

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітньо-професійна програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Євгеній КУЗЬМІНСЬКИЙ
(підпис) (ім'я , прізвище)

« ____ » _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Губиш Валерія Володимирівна

1. Тема проєкту «Технологія біологічного очищення стічних вод шкірзаводу та міста Бердичів», керівник проєкту Жукова Вероніка Сергіївна, к.т.н., доц., Жукова В.С.,

затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту: розрахункова витрата стічних вод 22 000 м³/добу, з них побутових 15 000 м³/добу. Характеристика річки, в яку скидаються стічні води: розрахункова витрата 95% забезпеченості 15 м³/с; швидкість течії при розрахунковій витраті 1,5 м/с; середня глибина річки 1,8 м; коефіцієнт звивистості 1,2; вид водокористування: рибогосподарське другої категорії; відстань по фарватеру річки до найближчого пункту водокористування - 3,5 км; концентрація кисню в воді влітку 6,5 мг/дм³; температура води влітку 17 °С; концентрація завислих речовин 16 мг/ дм³; БПК_{повн} 4,2 мг/ дм³.

4. Зміст пояснювальної записки: перелік умовних позначень; вступ; розділ. Характеристика сировини. Вибір та обґрунтування технології біологічного очищення стічних вод шкірзаводу; 1.1 Характеристика стічних вод шкірзаводу; 1.2 Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод шкірзаводу; 1.3

Існуючі технології очищення стічних вод шкірзаводу; 1.4 Вибір технології очищення стічних вод шкірзаводу; 1.5 Розрахункові витрати і концентрації забруднень стічних вод міста та шкірзаводу; 1.5.1 Розрахункові витрати стічних вод; 1.5.2 Розрахункові концентрації забруднень стічних вод; 1.6 Розрахунки необхідного ступеню очищення стічних вод міста та шкірзаводу; 1.7 Вибір технології біологічного очищення стічних вод міста та шкірзаводу; 1.8 Характеристика біологічних агентів аеротенку; розділ 2. Біохімічні основи технологічного процесу; 2.1 Схема перебігу процесів в аеротенку; 2.2 Характеристика кінцевого продукту; розділ 3. Технологічна частина; 3.1 Опис технологічної схеми біологічного очищення стічних вод; 3.2 Контроль виробництва; 3.3 Матеріальний баланс процесу очищення стічних вод; розділ 4. Вибір, характеристика та розрахунок обладнання; 4.1 Розрахунок основних очисних споруд; 4.1.1 Розрахунок первинних відстійників; 4.1.2 Розрахунок аеротенка; 4.1.3 Розрахунок вторинних відстійників; 4.2 Проектування аеротенку; розділ 5. Охорона праці та охорона довкілля; 5.1 Охорона праці; 5.2 Охорона довкілля; висновки; список використаної літератури; додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): технологічна схема (А1), апаратурна схема (А1), аеротенк (А1).

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Графічна частина дипломного проекту	д.т.н., проф. Саблій Л.А.		

7. Дата видачі завдання _____

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Робота над літературними джерелами	До 10.04.2020	
2	Аналіз процесів утворення стічних вод шкірзаводу та вивчення їх складу. Вивчення існуючих технологій очищення стічних вод шкірзаводу, вибір та обґрунтування найбільш ефективної технології.	До 15.04.2020	
3	Вибір та обґрунтування технології очищення суміші стічних вод міста Бердичів та шкірзаводу. Характеристика біологічного агенту.	До 25.04.2020	
4	Розгляд біохімічних процесів, що відбуваються при очищенні стічних вод в аеротенку.	До 03.05.2020	
5	Визначення параметрів контролю технологічного процесу очищення стічних вод та розрахунок матеріального балансу.	До 10.05.2020	
6	Розрахунок основного обладнання та проектування споруди – аеротенку.	До 15.05.2020	
7	Опис технологічного процесу очищення стічних вод. Розробка апаратурної та технологічної схеми.	До 21.05.2020	
8	Оформлення правил та вимог охорони праці та довкілля.	До 25.05.2020	
9	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини	До 27.05.2020	

Студент

_____ Губиш В.В.

(підпис)

Керівник проекту

_____ Жукова В.С.

(підпис)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Євгеній КУЗЬМІНСЬКИЙ

«__» _____ 2020 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Екологічна біотехнологія та
біоенергетика»**

спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»

**на тему: «Технологія біологічного очищення стічних вод шкірзаводу та
міста Бердичів»**

Виконала:

студентка IV курсу, групи БЕ-61

Губиш Валерія Володимирівна _____

Керівник:

К.т.н., доц.

Жукова Вероніка Сергіївна _____

Консультант з проектування:

Проф., д.т.н.

Саблій Лариса Андріївна _____

Рецензент:

К.т.н., асист.

Карпенко Юрій Володимирович _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студентка _____

Київ – 2020 року

РЕФЕРАТ

Дипломний проект складається з 77 сторінок пояснювальної записки та 3 аркушів креслень А1. Пояснювальна записка містить вступ, 5 розділів, що включають 4 рисунка та 7 таблиць, висновки, 30 посилань на літературні джерела та додаток.

Метою дипломного проекту є підбір та обґрунтування найбільш вигідної та ефективної технологічної схеми для попереднього очищення стічних вод шкірзаводу, а також проведення розрахунків для проектування споруди біологічної очистки та розробки технологічної схеми очищення суміші стічних вод міста Бердичів та шкірзаводу.

В проекті було охарактеризовано склад та фізико-хімічні властивості стічних вод шкірзаводу; обрано та обґрунтовано технологію попереднього очищення стічних вод шкірзаводу; розраховано показники стічних вод та необхідний ступень їх очищення; обрано та обґрунтовано технологію біологічного очищення суміші стічних вод міста Бердичів та шкірзаводу; описані біохімічні процеси в споруді біологічного очищення; надано характеристику біологічного агенту; наведено параметри контролю технології біологічного очищення; розраховано матеріальний баланс процесу очищення; здійснено розрахунки основних біологічних споруд. Також було розроблено апаратурну та технологічну схему біологічного очищення суміші стічних вод міста Бердичів та шкірзаводу, а також креслення аеротенку.

Ключові слова: біологічне очищення стічних вод, шкірзавод, аеротенк, активний мул, завислі речовини, біологічне споживання кисню

SUMMARY

The diploma project consists of 77 pages of explanatory note and 3 sheets of drawings A1. The explanatory note contains an introduction, 5 sections, including 4 figures and 7 tables, conclusions, 30 references and an appendix.

The purpose of the diploma project is to select and substantiate the most beneficial technological scheme for preliminary tannery wastewater treatment of the, as well as calculations of biological treatment facilities and development of process flowsheet for city of Berdychiv and tannery wastewater treatment.

The project describes the composition and physical and chemical properties of the plant tannery wastewater; the technology of preliminary tannery wastewater treatment technology is selected and substantiated; wastewater characteristics and the required treatment degree of their treatment are calculated; the technology of biological treatment of a mixture of city and tannery wastewater is chosen and substantiated; biochemical processes in the biological treatment plant are described; the characteristic of the biological agent is given; parameters of control of biological treatment technology are given; the material balance of the cleaning process is calculated; calculations of the basic biological constructions are carried out. A hardware and process flowsheet for the city of Berdychiv and tannery biological wastewater treatment, as well as a drawing of an aeration tank were worked up.

Key words: biological wastewater treatment, suspended solids, biological oxygen consumption, tannery, aerotank, activated sludge, suspended solids, biological oxygen consumption.

3MICT

ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ШКІРЗАВОДУ.....	12
1.1 Характеристика стічних вод шкірзаводу.....	12
1.2 Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод шкірзаводу.....	14
1.3 Існуючі технології очищення стічних вод шкірзаводу.....	15
1.4 Вибір технології очищення стічних вод шкірзаводу.....	21
1.5 Розрахункові витрати і концентрації забруднень стічних вод міста та шкірзаводу.....	23
1.5.1 Розрахункові витрати стічних вод.....	23
1.5.2 Розрахункові концентрації забруднень стічних вод.....	24
1.6 Розрахунки необхідного ступеню очищення стічних вод міста та шкірзаводу.....	25
1.7 Вибір технології біологічного очищення стічних вод міста та шкірзаводу.....	28
1.8 Характеристика біологічних агентів аеротенку.....	31
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	35
2.1 Схема перебігу процесів в аеротенку	35
2.2 Характеристика кінцевого продукту.....	40
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	41
3.1 Опис технологічної схеми біологічного очищення стічних вод.....	41
3.2 Контроль виробництва.....	46
3.3 Матеріальний баланс процесу очищення стічних вод.....	50

					ЕКБ.БЕ6106.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ	Старія	Арк.	Акрушів
Розроб.		Гудуш В.В.						
Конс.							7	77
Керів.		Жукова В.С.				КПІ ім. Ізгоря Сікорського,ФБТ		
Затверд.								

РОЗДІЛ 4. ВИБІР, ХАРАКТЕРИСТИКА ТА РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ...	54
4.1 Розрахунок основних очисних споруд.....	54
4.1.1 Розрахунок первинних відстійників.....	54
4.1.2 Розрахунок аеротенка.....	57
4.1.3 Розрахунок вторинних відстійників	62
4.2 Проектування аеротенку.....	63
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ.....	64
5.1 Охорона праці.....	64
5.2 Охорона довкілля.....	66
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	70
ДОДАТКИ.....	73

Перелік умовних позначень

ХСК – хімічне споживання кисню;
БСК – біологічне споживання кисню;
БСК_{повн} — повне біологічне споживання кисню;
ПАР – поверхнево-активні речовини;
СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини;
UASB - Upflow Anaerobic Sludge Blanket;
АТФ – аденозинтрифосфат;
АДФ – аденозиндифосфат;
НАД – нікотинамідаденіндинуклеотид;
ЦТК –цикл трикарбонових кислот;
КВП – контрольно-вимірювальні прилади;

					<i>ЕКБ.БЕ6106.ДП</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

ВСТУП

На сьогодні вода є важливою складовою не тільки для навколишнього середовища, але і для антропогенного світу. Людство використовує воду як для особистих потреб, так і для масштабного виробництва. Так, воду з природних джерел ми використовуємо для пиття, приготування їжі та інших комунальних потреб, а також в сільському господарстві, легкій, хімічній промисловості, енергетиці і т.д.

Колообіг води, при цьому, великий і різноманітний. І велику роль в цьому відіграють системи водопостачання та водовідведення. А щоб ці дві системи гармонійно працювати, потрібно якісно та ефективно очищувати забруднені водойми й повертати їх у початковий стан [1].

Виробництво товарів легкої промисловості займає передові позиції в світі, і особливу увагу приділяють виробництву шкіри. Шкіряні вироби завжди в моді і завжди популярні. І в світі величезна кількість заводів з їх виробництва, які, власне, є лідерами зі споживання води. Відповідно, утворюється велика кількість висококонцентрованих забруднених вод, які потрібно очищувати.

Тому актуальним є розробка та пошук нових методів локального очищення стічних вод шкірзаводів, які б дозволили, в першу чергу, ефективно здійснювати очистку, а також були доступними для широкого кола заводів та вигідними з економічної точки зору. Адже існує проблема скиду локально неочищених вод до міської каналізації. В наслідок чого погіршується та ускладнюється біологічна очистка суміші стічних вод на міських спорудах.

На сьогодні, очистка стічних вод шкірзаводів здійснюється з допомогою фізичних, фізико-хімічних, хімічних та біохімічних методів. Проте вони не є досить ефективними і нерідко виникає потреба в додатковому очищенні вод після процесів зоління та дубіння [2].

Тому головною метою даної роботи є підбір та обґрунтування ефективної

					ЕКБ.БЕ6106.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гудил В.В.			ВСТУП	Стадія	Арк.	Акрушів
Конс.								
							10	77
Керів.		Жукова В.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,ФБТ		
Затверд								

технології очищення стічних вод шкірзаводу до скиду в міські очисні споруди, а також проведення розрахунків для проектування споруди біологічної очистки та розробки технології очищення суміші стічних вод.

При цьому необхідно вирішити наступні завдання:

- визначити характеристики стічних вод шкірзаводу. Провести аналіз існуючих технологій попереднього очищення стічних вод шкірзаводу і підібрати найбільш економічно вигідну та ефективну технологію очищення даних стічних вод;
- провести розрахунок показників стічних вод та допустимих концентрацій для скиду в природню водойму рибогосподарського призначення;
- обрати технологію для очищення суміші промислових та міських стічних вод;
- розрахувати споруди для біологічного очищення та виконати креслення аеротенка;
- запропонувати технологічну та апаратурну схеми очищення суміші стічних вод;
- навести вимоги щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

					<i>ЕКБ.БЕ6106.ДП</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ШКІРЗАВОДУ

1.1. Характеристика стічних вод шкірзаводу

Відходи, які утворюються в процесі виробництва шкіри, включають в себе стічні води, хімічні речовини та різні газоподібні викиди, які мають досить негативний вплив на навколишнє середовище.

Як відомо, підприємства з виробництва шкіри є лідерами з використання води. При виробництві вода використовується майже у всіх процесах, внаслідок чого утворюється велика кількість стічних вод, які містять високий відсоток розчинних протеїнів та різних агресивних хімічних речовин. Так, за даними журналу «Leder und Haute Markt» при виробленні хромових шкір для верху взуття 47% колагену дерми - найціннішого білкового продукту - переходить у відходи, а сполуки хрому використовуються лише на 48%. А загальна кількість стічних вод у розрахунку на 1000 дм² виробленої продукції становить від 2 до 10 м³. Для вироблення твердих шкір використовується найменша кількість води, найбільша – для хромових шкір [3].

Велика кількість води та забруднених речовин надходить на протязі всього процесу дублення. Звичайні процеси попереднього дублення складають майже 90% загального забруднення від шкірзаводу. Процес попереднього дублення призводить до зміни рН середовища і збільшення хімічного споживання кисню (ХСК), збільшення концентрації в стічних водах шкірзаводів загальної кількості розчинних твердих речовин, таких як хлориди та сульфати. Використання такого компонента як натрій сульфід дуже впливає на ефективність обладнання для очистки стічних вод. А погане поглинання

					ЕКБ.БЕ6106.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гудий В.В.			ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ШКІРЗАВОДУ	Стаття	Арк.	Аркушів
Конс.								
							12	77
Керів.		Жукова В.С.				КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.								

хрому при хромовому методі дублення, призводить як до великих економічних вкладень (800-1000 USD за тонну), так і до погіршення екологічної ситуації. Шкіряна промисловість споживає 65 тис. тонн сполук хрому на рік. За даними BLMRA (British Leather Manufacturers 'Research Association), з цієї кількості 20 тис. тонн переходить у вироби, решта - втрачається з відходами. Причому 25 тис. тонн зливається з відпрацьованими розчинами [4].

При механічній обробці шкіри деяка частина відходів (обрізки шкіри, голини і шкіри, кавалки міздри, шерсть і т. ін) також може потрапляти у цехову каналізацію.

У процесі виробництва шкіри загалом застосовують величезну кількість різноманітних хімічних речовин: сірчану кислоту, вапно, кальциновану соду, сульфат натрію, сірчистий натрій, гіпосульфит, хромпик, таніди, синтани, сульфат амонію, синтетичні поверхнево-активні речовини, обробні препарати, гас, метилові ефіри та патоку [5].

Синтетичні поверхнево-активні речовини можуть використовуватися як розчинники, змочувачі, миючі засоби, емульгатори, диспергатори, прискорювачі технологічних процесів та ін.

Під час різних мокрих операцій, пов'язаних із вичинкою та обробкою шкіри, усі ці речовини потрапляють у стічні води, які скидають в каналізацію. Крім того, в стічні води переходять компоненти самих шкур, а саме: колагенові білки, жири й жироподібні речовини, деякі мінеральні речовини, що містять натрій, калій, кальцій та інші елементи [6].

Стічні води шкіряних заводів містять забруднення у високих концентраціях, мг/дм³: завислих речовин – до 10000, органічних речовин за ХСК – до 6000, БСК₅ – до 1500, йонів хрому (III) – до 150, сульфідів – до 300, жирів – до 600, СПАР – до 250, шерсті – до 50, рН загального стоку досягає 11,5 [7].

В поданій таблиці представлена характеристика стічних вод шкірзаводу «ВЕЛЕС», що знаходиться в Житомирській області, м. Бердичів.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Таблиця 1.1.1 Характеристика стічних вод шкір заводу «ВЕЛЕС», м. Бердичів

Показники забруднення	Дані шкір заводу «ВЕЛЕС» (2013р.)
Завислі речовини, мг/дм ³	2500-8500
ХСК, мг/дм ³	1700-5500
БСК ₅ , мг/дм ³	700-1300
Азот амонійний, мг/дм ³	20-25
Хром, мг/дм ³	7-12
Сульфіди, мг/дм ³	45-250
Жири, мг/дм ³	200-300
СПАР, мг/дм ³	75-200
pH	8,5-11,5
Відношення ХСК/БСК ₅	2,1-4

Отже, в стічних водах шкірзаводів можна виділити достатньо високі концентрації завислих речовин, які можуть негативно впливати на роботу, наприклад, біологічних споруд; наявність важких металів, які викликають складнощі в очищенні; висока концентрація СПАР, що також впливає на роботу біоспоруд; наявність в них жирів, що призводять до негативного впливу на систему каналізації, відкладаючись на стінках трубопроводів, а також до порушення процесу біологічного очищення.

1.2. Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод шкірзаводу

Першим етапом на виробництві шкіри є її очищення, що відбувається внаслідок видалення волосяного покриву, епідермісу і підшкірної клітковини. Тому під час первинної обробки шкіри у стічні води потрапляють грубодисперсні домішки у вигляді різних компонентів шкур та шерсті.

І для видалення таких забруднень очистку стічних вод шкіряного заводу потрібно починати з механічного очищення. Зазвичай, основний відсоток забруднення складає шерсть, тому очистку здійснюють на сітчастих або флотаційних шерстеуловлювачах.

Наступним етапом є хімічна технологія обробки шкіри, яка складається з обробки сировини хімічними речовинами та видалення з неї водорозчинних продуктів реакцій (промивки). На цьому етапі використовується величезна кількість різних агресивних хімічних речовин, тому стічні води є висококонцентрованими. Значний відсоток забруднення становлять важкі метали, зокрема хром (III). Також великий вміст сірчистого натрію, СПАР та жирів [8].

Можна застосувати біологічну очистку, проте, вона буде малоефективною, так як з допомогою традиційних методів не можливо одержати необхідний ступінь очищення одразу за всіма компонентами забруднення, також внаслідок високих концентрацій можливе перевантаження аеротенків, утворюється піна, що заважає очищенню, та нестабільне рН потоків стічних вод, що негативно впливає на біологічний агент.

Тому застосування хімічного методу шляхом реагентного осадження буде більш ефективним. Зазвичай використовують реагентну напірну флотацію. Такий метод підходить для загального стоку стічних вод.

Така фізично-хімічна очистка дозволить знизити концентрації забруднень стічних вод до скиду у міську каналізацію, де шляхом подальшого біологічного очищення показники знизяться до допустимих норм.

1.3. Існуючі технології очищення стічних вод шкірзаводу

Для стічних вод шкіряних заводів використовують три основні методи очистки: механічний, хімічний та біохімічний. Проте існує безліч варіантів їх поєднання. Тож розглянемо декілька різних модернізованих технологічних схем.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Важливим моментом у виборі технології є її простота та дешевизна. Тому актуальними будуть циклічні технології очищення, в яких очищена вода чи інший продукт частково або повністю повертаються у виробництво.

1.3.1. Технологія осадження

Технологія в якій поєднані і фізичні, і хімічні, і біологічні методи. Вона дозволяє повертати назад у виробництво стічні води та сполуки хрому (III) одночасно (рис.1.1).

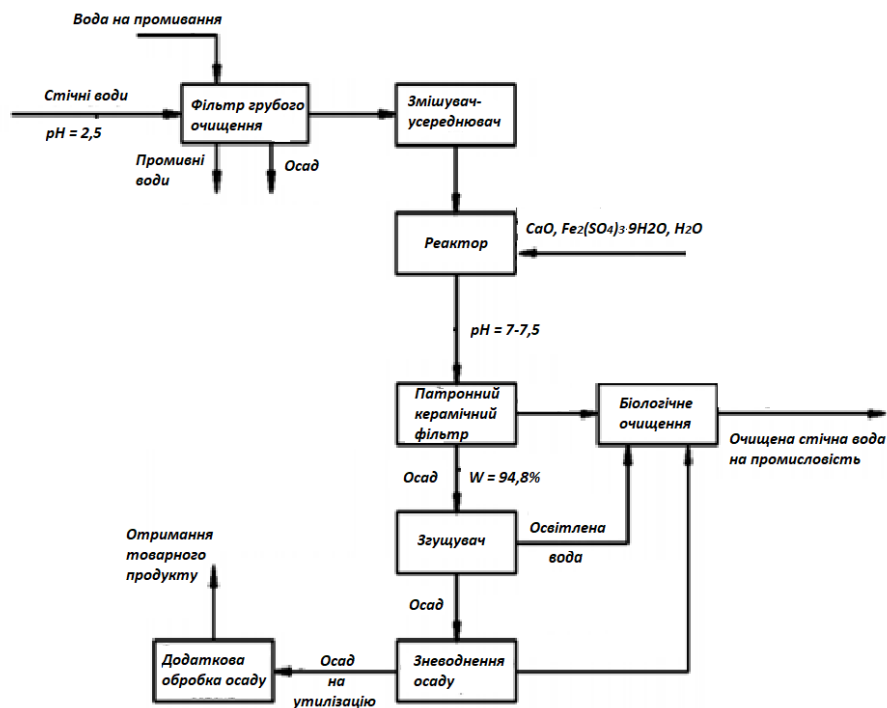
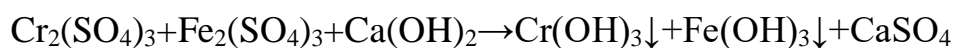


Рисунок 1.1 Технологічна схема очищення стічних вод шкіряних заводів шляхом осадження

Спочатку стічні води проходять фільтр грубого очищення, де затримуються найбільші частинки у вигляді обрізків шкіри та шерсті. Після такої підготовки води потрапляють в змішувач-усереднювач, де відбувається вирівнювання кількісних та якісних характеристик стічних вод, що надходять.

Далі вода потрапляє в реактор, до якого подається сульфат заліза (III) в кількості, еквівалентній вмісту хрому (III) в стічній воді. Далі до води додають негашене вапно та флокулянт.

Використання залізовмісних реагентів прискорює процес осадження продуктів реакції:



Після цього стічні води подаються на патронні керамічні фільтри, що призначені для згущення та освітлення суспензій, що фільтруються. Фільтрат і освітлена вода, що пройшла очистку, подаються на біологічну очистку.

Після біологічної очистки очищена вода потрапляє в подальший технологічний цикл підприємства.

Після промивки фільтрів осад надходить у згущувач, звідки він подається на зневоднення. Після зневоднення осад надходить на утилізацію [9].

Осад, що утворюється, переважно містить гідроксид хрому (III). Переробку розчинів хрому можна здійснювати двома способами: використання хромового розчину для травлення і подальшого дублення в цьому розчині або роздільна вторинна переробка розчинів для пікелювання та дублення.

Також осад може бути повторно розчинений в сірчаній кислоті, розбавлений до необхідного значення рН і повторно використаний в дубильному цеху [10].

Вода, що відділилася після зневоднення, потрапляє в змішувач-усереднювач для необхідного розбавлення нового потоку стічних вод і знову проходить повторне очищення.

За рахунок використання такої технології отримується чистий фільтрат, можливість повернення і повторного використання хрому (III) у виробництві, повторного використання очищених стічних вод на технологічні потреби (відмивні, зольні процеси, дублення, розчинення реагентів).

В наслідок повторної переробки хрому, можна зменшити його використання у виробництві на 15-20% і відповідно зменшення кількості хрому (III) у стічній воді на 40-50%.

1.3.2 Технологія анаеробно-аеробного очищення

Технологія в якій поєднані анаеробне очищення та подальше аеробне доочищення стічних вод. Метод анаеробної обробки, зазвичай, застосовують для підприємств з висококонцентрованими стічними водами, які містять в собі велику кількість органічних речовин та важкі метали.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Очищення при такій технології відбувається в реакторі з вхідним потоком рідини через шар анаеробного активного мулу (UASB) [11].

Технологія зображена на рисунку 1.2.

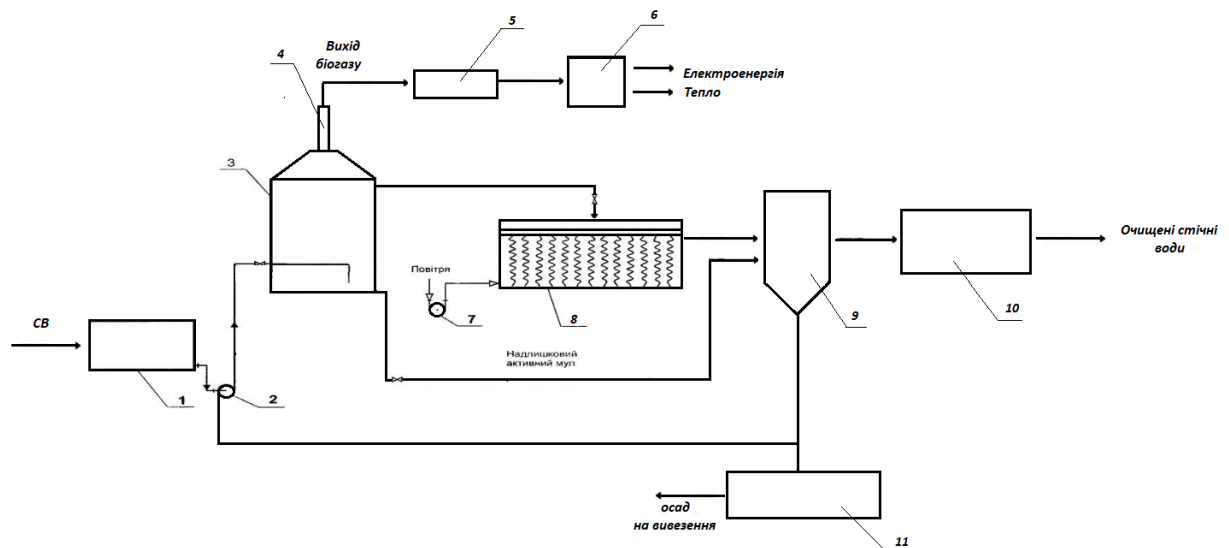


Рисунок 1.2 Технологія анаеробного очищення стічних вод шкіряного заводу в UASB-реакторі

1 – збірник стічних вод; 2 – насос подачі стічних вод в анаеробний реактор; 3 – анаеробний реактор; 4 – газова труба; 5 – апарат очищення та висушування біогазу; 6 - когенераційна установка; 7 – повітряний насос; 8 – біотенк; 9 – відстійник; 10 – камера знезараження; 11 – муловий майданчик.

Стічні води від заводу надходять в збірник 1, куди також надходить субстрат для зброджування. Зі збірника суміш з допомогою насосу 2 перекачується в анаеробний реактор 3. Зброджування відбувається на протязі 1-5-4 діб, при температурі 35-37°C і рН 6,8-7,2. При цьому утворюються пухирці біогазу, які підіймаються вгору через газову трубу 4 в апарат для висушування біогазу 5, а потім в когенераційну установку 6. Стічні води від анаеробного реактора надходять в біотенк 8, де розпочинається аеробна стадія окиснення. Повітря подається з допомогою насосу 7. Після аеробного очищення стічні води та надлишковий активний мул від аеробного реактора надходять у відстійник 9. Прояснені стічні води надходять в камеру знезараження 10. Після чого очищені стічні води можна використовувати на підприємстві. Осад з відстійника 9

надходить на висушування на мулових майданчиках, звідки вивозиться на утилізацію.

При очищенні шкіряних стоків використовують Cr-толерантні види бактерій, які включають *Bacillus spp* зі здатністю окиснювати шестивалентний Хром до трьохвалентного, *Streptomycin sp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *Micrococcus sp*, *Streptomyces*, а також дріжджі типу *Pichi guilliermondii* and *Aspergillus spp*.

UASB-реактори характеризуються високою ефективністю очистки, низькими капітальними, експлуатаційними та енергетичними затратами на очищення стічних вод. Такі апарати займають дуже малу площу, що також є вигідним. Також перевагою такого методу очищення є мала кількість активного мулу, який використовується в процесі очищення, а також можливість отримання біогазу, як побічного продукту, який надалі конвертується в електроенергію та тепло і може застосовуватися у виробництві.

Недоліками такого методу є низький ріст анаеробних бактерій, їх чутливість до рН, температури та зміни концентрацій стічних вод. А також неприємний запах, який може виділятися в процесі бродіння.

1.3.3 Технологія з використанням зольної рідини

Такий метод також заснований на тому, щоб зменшити відходи виробництва.

Схема технології зображена на рис.1.3.

В цій схемі існують окремі локальні споруди для попереднього очищення стічних вод, що містять таніди, та відпрацьованої зольної рідини.

Перший потік стічних вод, у вигляді зольної рідини, проходить через сито із розміром отворів 3-3,5мм. Після чого зольна рідина потрапляє у відстійник, в якому вона методом осадження очищається від грубодисперсних домішок.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

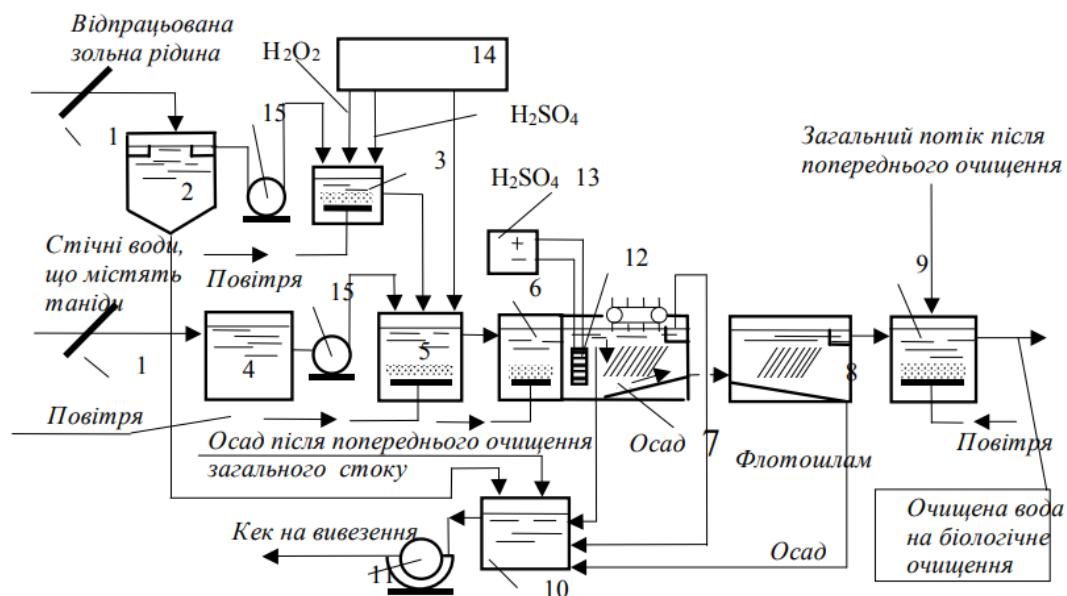


Рисунок 1.3 Технологічна схема очищення стічних вод шкіряних заводів з використанням зольної речовини [12]:

1-сито; 2-відстійник; 3-реактор; 4-нагромаджувач; 5-змішувач; 6-камера флокуляції; 7-електрофлотатор; 8-тонкошаровий відстійник; 9-камера змішування; 10-нагромаджувач осаду; 11-вакуум-фільтр; 12-електродна камера; 13-випрямляч; 14-реагентне господарство; 15-насос.

Після відстійника очищена зольна рідина потрапляє у реактор, де відбувається окислення сульфідів до вільної сірки або сульфатів, які вже є нетоксичними. В якості реагентів-окисників використовують пероксид водню.

Після такої попередньої очистки зольна рідина змішується із загальними стічними водами, що містять таніди, у відношенні об'ємів 1:1 або 2:1.

Загальний потік стічних вод також попередньо проходить механічну очистку від грубодисперсних домішок на ситах із розмірами отворів 3-3,5мм. Після чого вони потрапляють в нагромаджувач, де проходить осаджування. Тільки після цього стічні води подають у змішувач.

Після змішувача суміш вод потрапляє до камери флокуляції, де формуються пластівці, потім збільшуються в розмірі і утворюють агрегати – флокули.

Для подальшого розділення фаз застосовують електрофлотатор. В якості електродів використовують графіт (анод) та нержавіючу сталь (катод).

Нерозчинені домішки після флокуляції відокремлюються в тонкошаровому відстійнику. Подальше зневоднення осаду відбувається на вакуум-фільтрах. Залишок відправляється на утилізацію.

Очищена вода скидається у міську каналізацію та проходить біологічне очищення.

За рахунок використання такої технології ми не тільки досягаємо ефективного очищення, а й значно економимо, використовуючи в технологічному процесі в якості реагентів білкові речовини.

1.4. Вибір технології очищення стічних вод шкірзаводу

Порівнюючи вище описані методи та технологічні схеми, можна зробити висновок, що найбільш вигідною для очищення стічних вод заводу з виробництва шкіряного напівфабрикату хромового дубління буде технологічна схема з використанням зольної рідини. Так як при її використанні забезпечується технічна та економічна доцільність, за рахунок використання в якості реагентів речовин, що містяться у відходах. Не займається багато площі, так як установки для такого очищення досить компактні. Ця схема дає більш ефективну очистку стічних вод, ніж анаеробна технологія та технологія з осадження. Показники концентрацій забруднюючих речовин повністю відповідають вимогам якості стічних вод, що скидаються до системи централізованого водовідведення м. Бердичів (Табл.1.4.1).

Таблиця 1.4.1 Загальні вимоги до складу та властивостей стічних вод, що скидаються до системи централізованого водовідведення міста Бердичева [13]

Показники якості стічних вод		Одиниця виміру	Максимально допустиме значення показника та (або) концентрація в пробі стічних вод
1	Реакція середовища (рН)	од.	6,5 - 9,0
2	Температура	°С	+40
3	БСК _{повне}	мг/дм ³	не більше 350,0

Продовження табл. 1.4.1

4	ХСК	мг/дм ³	500,0
5	Співвідношення ХСК:БСК ₅	-	<2,5
6	Завислі речовини та речовини, що спливають	мг/дм ³	300,0
7	Азот (сума азоту органічного та амонійного)	мг/дм ³	50,0
8	Фосфор загальний (Р _{заг})	мг/дм ³	5,0
9	Нафта та нафтопродукти	мг/дм ³	10,0
10	Жири рослинні та тваринні	мг/дм ³	50,0
11	Хлориди (Cl ⁻)	мг/дм ³	350,0
12	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	400
13	Сульфіди	мг/дм ³	1,5
14	СПАР аніонні	мг/дм ³	10,0
15	Феноли	мг/дм ³	0,25
16	Залізо (Fe)	мг/дм ³	3,0

Після використання технології отримуємо показники, зазначені в табл. 1.4.2

Табл.1.4.2 Результати очищення стічних вод шкір заводу з використанням зольної рідини

Показник	Концентрація забруднення	
	до очистки	після очисти
Завислі речовини, мг/дм ³	5500	250
БСК _{повн} , мг/дм ³	2000	350
Сульфіди, мг/дм ³	155	1,5
СПАР, мг/дм ³	175	7
ХСК, мг/дм ³	2500	350

Продовження табл. 1.4.2

Азот амонійний, мг/дм ³	25	45
Жири, мг/дм ³	250	50
pH	9,5	6,5

1.5 Розрахункові витрати і концентрації забруднень стічних вод міста та шкірзаводу

1.5.1 Розрахункові витрати стічних вод

Згідно завдання середня витрата стічних вод міста та шкірзаводу складає:

$$Q_{\text{сее.доб}} = 22000 \text{ м}^3 / \text{доб.} \quad (1.1)$$

Середньогодинна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сее.год}} = \frac{Q_{\text{сее.доб}}}{24} = \frac{22000}{24} = 916,7 \text{ м}^3 / \text{год.} \quad (1.2)$$

Середньосекундна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сее.с.}} = \frac{Q_{\text{сее.доб}}}{24 \cdot 3600} = \frac{22000}{24 \cdot 3600} = 0,255 \text{ м}^3 / \text{с.} \quad (1.3)$$

Середньосекундна витрата в дм³ становить:

$$q_{\text{сер.с.}} = Q_{\text{сер.с.}} \cdot 1000 = 0,255 \cdot 1000 = 255 \text{ дм}^3 / \text{с.} \quad (1.4)$$

Максимальна та мінімальні секундні витрати стічних вод становлять:

$$q_{\text{max.с.}} = K_{\text{max}} \cdot q_{\text{сер.с.}} = 1,56 \cdot 255 = 397,8 \text{ дм}^3 / \text{с.}, \quad (1.5)$$

$$q_{\text{min.с.}} = K_{\text{min}} \cdot q_{\text{сер.с.}} = 0,61 \cdot 255 = 155,6 \text{ дм}^3 / \text{с.}, \quad (1.6)$$

де $q_{\text{сер.с}}$ – середньосекундна витрата господарсько-побутових стічних вод, м³/доб;
 K_{max} – коефіцієнта нерівномірності водовідведення [14].

Максимальна витрата стічних вод:

$$Q_{\max} = 3,6 \cdot q_{\max .c.} = 3,6 \cdot 397,8 = 1432 \text{ м}^3 / \text{год.} \quad (1.7)$$

1.5.2 Розрахункові концентрації забруднень стічних вод

Концентрація забруднень господарсько-побутових стічних вод:

$$C = \frac{a \cdot N}{Q_{\text{поб}}}, \text{мг} / \text{дм}^3, \quad (1.8)$$

де a – кількість забруднюючих речовин на одного жителя, г/доб, яка визначається за [14] і приймається: 65 г/доб завислих речовин, 75 г/доб – БСК_{повн}, 2,5 г/доб – ПАР; N – кількість жителів міста (75000).; $Q_{\text{поб}}$ – витрата господарсько-побутових стічних вод, м³/доб.

Концентрація завислих речовин у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{\text{зр}} = \frac{a_{\text{зр}} \cdot N}{Q_{\text{поб}}} = \frac{65 \cdot 75000}{15000} = 325 \text{ мг} / \text{дм}^3. \quad (1.9)$$

Концентрація органічних речовин за БСК_{повн} у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{\text{БСК}} = \frac{a_{\text{БСК}} \cdot N}{Q_{\text{поб}}} = \frac{75 \cdot 75000}{15000} = 375 \text{ мг} / \text{дм}^3. \quad (1.10)$$

Концентрація ПАР у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{\text{ПАР}} = \frac{a_{\text{ПАР}} \cdot N}{Q_{\text{поб}}} = \frac{2,5 \cdot 75000}{22000} = 12,5 \text{ мг} / \text{дм}^3. \quad (1.11)$$

Концентрація забруднень у суміші господарсько-побутових та виробничих стічних вод визначається за формулою:

$$C_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{поб}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}}, \text{мг} / \text{дм}^3, \quad (1.12)$$

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

де $C_{\text{вир}}$ – концентрація забруднень у виробничих стічних водах після їх очищення на локальних очисних спорудах, мг/дм³; $Q_{\text{вир}}$ – витрата виробничих стічних вод, м³/доб.

Концентрація завислих речовин у суміші стічних водах:

$$C_{\text{сум,ЗР}} = \frac{C_{\text{ЗР}} \cdot Q_{\text{ноб}} + C_{\text{вир,ЗР}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{ноб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{325 \cdot 15000 + 250 \cdot 7000}{15000 + 7000} = 301 \text{ мг / дм}^3. \quad (1.13)$$

Концентрація органічних речовин за БСК_{повн} у суміші стічних водах:

$$C_{\text{сум,БСК}} = \frac{C_{\text{БСК}} \cdot Q_{\text{ноб}} + C_{\text{вир,БСК}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{ноб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{375 \cdot 15000 + 350 \cdot 7000}{15000 + 7000} = 367 \text{ мг / дм}^3. \quad (1.14)$$

Концентрація ПАР у суміші стічних водах:

$$C_{\text{сум,ПАР}} = \frac{C_{\text{ПАР}} \cdot Q_{\text{ноб}} + C_{\text{вир,ПАР}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{ноб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{12,5 \cdot 15000 + 7 \cdot 7000}{15000 + 7000} = 11 \text{ мг / дм}^3. \quad (1.15)$$

1.6 Розрахунки необхідного ступеню очищення стічних вод міста та шкірзаводу

Коефіцієнт турбулентної дифузії, який показує змішування стічної води з водою річки:

$$E = \frac{V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{200} = \frac{1,5 \cdot 1,8}{200} = 0,0135, \quad (1.16)$$

де $V_{\text{ср}}$ – середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (1,5 м/с, згідно завдання); $H_{\text{ср}}$ – середня глибина річки на тій же ділянці, м (1,8 м, згідно завдання).

Коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування стічних вод з водою річки:

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{Q_{\text{сеп.с.}}}} = 1,2 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0135}{0,255}} = 0,68, \quad (1.17)$$

де φ - коефіцієнт звивистості річки (1,2 – згідно завдання); ξ – коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції випуску стічних вод у водойму (при русловому випуску становить – 1,5); q - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, м³/с.

Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \left(\frac{Q}{Q_{\text{сеп.с.}}}\right) e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-0,77 \sqrt[3]{3500}}}{1 + \left(\frac{15}{0,255}\right) e^{-0,77 \sqrt[3]{3500}}} = 0,998, \quad (1.18)$$

де L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м (3500 м - згідно завдання); Q - розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості, м³/с (15 м³/с - згідно завдання); q - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, м³/с.

Гранично-допустима концентрація завислих речовин в очищеній стічній воді, що скидається у водойму, становить:

$$C_{\text{зр}}^{\text{доп}} = p \cdot \left(\frac{\gamma \cdot Q}{Q_{\text{сеп.с.}}} + 1 \right) + C_{\text{ф}} = 0,25 \cdot \left(\frac{0,998 \cdot 15}{0,255} + 1 \right) + 16 = 30,9 \text{ мг / дм}^3, \quad (1.19)$$

де p - приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод, мг/дм³ (0,25 г/м³); $C_{\text{ф}}$ - фонова концентрація завислих речовин у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (16 мг/дм³ - згідно завдання).

Допустиме значення БСК_{повн} стічних вод, що скидаються у водойму:

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$C_{БСК}^{доп} = \frac{\gamma \cdot Q}{Q_{сер.с.}} \cdot \left(\frac{C_{БСК}''}{10^{-k \cdot t}} - C_{БСК}^{\phi} \right) + \frac{C_{БСК}''}{10^{-k \cdot t}} =$$

$$= \frac{0,998 \cdot 15}{0,255} \cdot \left(\frac{5}{10^{-0,1 \cdot 0,027}} - 4,2 \right) + \frac{5}{10^{-0,1 \cdot 0,027}} = 50,2 \text{ мг / дм}^3, \quad (1.20)$$

де $C_{БСК}^{доп}$ - значення БСК_{повн}, яке повинно бути досягнуто в процесі очищення стічних вод, мг/дм³; $C_{БСК}''$ - гранично-допустиме значення БСК_{повн} у розрахунковому створі річки, 5 мг/дм³; $C_{БСК}^{\phi}$ - фонове значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (16 мг/дм³ - згідно завдання); k - константа швидкості споживання кисню у суміші річкової та стічних вод, 0,1 доба⁻¹ [14]; t - тривалість переміщення води від місця випуску до розрахункового створу становить:

$$t = \frac{L}{V_{cp} \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{3500}{1,5 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,027 \text{ доб} \quad (1.21)$$

де L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м (3500м - згідно завдання); V_{cp}- середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (1,5 м - згідно завдання).

Розрахунок допустимого БСК_{повн} стічних вод, що скидаються у водойму, за розчиненим у воді киснем, без урахування поверхневої реаерації водойми. Потрібна концентрація розчиненого кисню у воді річки для літніх умов буде забезпечена, якщо БСК_{повн} стічних вод не буде перевищувати величину:

$$C_{БСК}^{O_2} = \frac{\gamma \cdot Q}{0,4 \cdot Q_{сер.с.}} \cdot (O_{\phi} - 0,4 \cdot C_{БСК}^{\phi} - O_{min}) - \frac{O_{min}}{0,4} =$$

$$= \frac{0,998 \cdot 15}{0,4 \cdot 0,255} \cdot (6,5 - 0,4 \cdot 4,2 - 4) - \frac{4}{0,4} = 110,5 \text{ мг / дм}^3, \quad (1.22)$$

де $C_{БСК}^{O_2}$ - БСК_{повн} стічних вод, яке потрібно досягнути в процесі очищення, мг/дм³; O_ф – фонові концентрації розчиненого кисню у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (6,5 мг/дм³ - згідно завдання); O_{min} - найменша

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

концентрація розчиненого кисню, яка повинна бути забезпечена у водоймі, 4 мг/дм³; $C_{БСК}^{\phi}$ - фонове значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (4,2 мг/дм³ - згідно завдання); 0,4 - коефіцієнт для перерахунку БСК_{повн} у БСК₂.

За розрахункове значення БСК_{повн} приймаємо менше з двох отриманих у попередніх розрахунках – 50,2 мг/дм³. Отримане значення концентрації завислих речовин $C_{зр}^{доп}$ (30,9 мг/дм³) та значення БСК_{повн} (50,2 мг/дм³) свідчать про достатність повного біологічного очищення, яке дозволяє досягти значень $C_{зр}^{доп} = 15$ мг/дм³, БСК_{повн} = 15 мг/дм³.

1.7 Вибір технології біологічного очищення стічних вод міста та шкір заводу

Стічні води, що надходять як від промислових підприємств, так і від жителів міста, мають високий рівень вмісту забруднюючих, часто токсичних для навколишнього середовища речовин. Це становить загрозу нашому довкіллю, адже самостійне відновлення водних джерел при такій кількості забруднень майже неможливе. Проте існують способи очищення стічних вод, які є екологічно безпечними та ефективними. Саме таким методом є біологічне очищення стічних вод, і побутових, і промислових.

Процес біологічного очищення оснований на природніх процесах, і головну роль в ньому відіграють мікроорганізми, які мають здатність споживати органічні та деякі неорганічні речовини, що знаходяться у стічних водах, як джерело живлення у процесі своєї життєдіяльності, і, таким чином, очищувати їх.

Біологічне очищення здійснюється за допомогою декількох типів біологічних споруд, таких як біофільтри, аеротенки, біологічні ставки та інші. Кожна споруда має свої переваги і варіанти застосування.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Аеротенк – споруда прямокутної форми, через яку протікають стічні води, які перемішуються з активним мулом. В цій ємності проходить біохімічна очистка стічних вод завдяки мікроорганізмам, з яких складається активний мул.

Зазвичай, для забезпечення високого ступеня очищення стічних вод, використовується поєднання разом з біологічним методом і механічного, хімічного та фізичного. Для середньої витрати стічних вод 22000 м³/добу аеротенк є головною спорудою при біологічному очищенні.

Аеротенк працює з аераторами (механічними або пневматичними). Завдяки аераційній системі стічні води з активним мулом насичуються киснем, який необхідний для життєдіяльності аеробних мікроорганізмів активного мулу. Активний мул є штучно вирощеним біоценозом, який складається з бактерій, найпростіших та багатоклітинних тварин. На утворення активного мулу, його життєздатність, а також рівень біологічного очищення впливає температура, наявність поживного середовища, концентрація кисню в активному мулі, рН середовища, наявність токсичних речовин. А також важливе дотримання відношення між ступенем забрудненості стічних вод і кількістю активного мулу та контролювання часу їх контакту.

Для правильної роботи аеротенку потрібне достатнє насичення стічних вод активним мулом та неперервна подача кисню. Саме в таких умовах забезпечується активне біохімічне окиснення органічних речовин, що є гарантом високої ефективності споруд біологічного очищення [15].

Для очищення суміші стічних вод шкірзаводу та міста, відповідно до показників ДБН, обираємо аеротенк-витиснювач. Так як $БСК_{повн} > 150 \text{ мг/дм}^3$, то обираємо аеротенк з регенерацією активного мулу. На очисних станціях до 50000 м³/добу, такі аеротенки здатні забезпечити повне біологічне очищення і знизити показники забруднень стічних вод до норм їх скиду у водойми рибогосподарського призначення.

На рис. 4 зображено принципову схему біологічного очищення стічних вод міста з використанням аеротенків.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

На початку схеми стічні води міста проходять етап механічного очищення, який включає в себе решітки, пісковловлювачі та первинний відстійник. Решітками затримуються залишки їжі, кісточки, ганчірки, санітарно-гігієнічні матеріали, папір та матеріали упаковок. Відходи, що затримуються на решітках, вивозяться на сміттєспалювальний завод. Пісок та інші важкі мінеральні домішки, що осаджуються в пісковловлювачах, направляється у вигляді піщаної пульпи на піскові майданчики, де зневоднюються і періодично видаляються. На первинних відстійниках осідають інші нерозчинні органічні домішки та видаляються спливаючі домішки. Осад з первинних відстійників відправляється на стабілізацію в метантенк.

При механічному очищенні зі стічних вод видаляється 60-65% нерозчинних органічних речовин.

Після первинного відстійника води направляються в аеротенк, де відбувається вилучення органічних речовин з допомогою активного мулу, який складається з колоній аеробних мікроорганізмів. Для забезпечення мікроорганізмів киснем використовується безперервна штучна аерація суміші стічних вод та активного мулу шляхом подачі в суміш стисненого повітря.

Після аеротенків вода направляється у вторинні відстійники. Активний мул з аеротенків надходить на насосну станцію, де розділяється на рециркуляційний мул, який направляється в аеротенк, та надлишковий мул, який направляється на мулоущільнювач, з якого ущільнений надлишковий мул направляється в метантенк, а мулова вода надходить в аеротенк.

Після вторинного відстійника стічна вода направляється у змішувач, куди додається хлорна вода, а потім направляється в контактний резервуар, де витримується 30 хвилин для проходження реакцій окиснення. У якості реагенту на етапі знезаражування використовується хлор. Після цього знезаражена очищена стічна вода скидається в біологічну водойму.

Надлишковий мул зброджують у метантенку, далі зброджений осад направляється в камеру дегельмінтизації, в якій під високою температурою знешкоджуються яйця гельмінтів. Після цього 80% осаду відправляється на

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

установку механічного зневоднення 20, а інші 20% - на аварійні мулові майданчики. При механічному зневодненні додаються коагулянти та флокулянти для підвищення ефективності зневоднення, отриманий осад фільтрують на вакуум-фільтрі, який дозволяє швидко та ефективно зменшити вміст води на 70-80%. Після цього механічний зневоднений осад вивозиться, а фільтрат направляє на початковий етап механічної очистки [16].

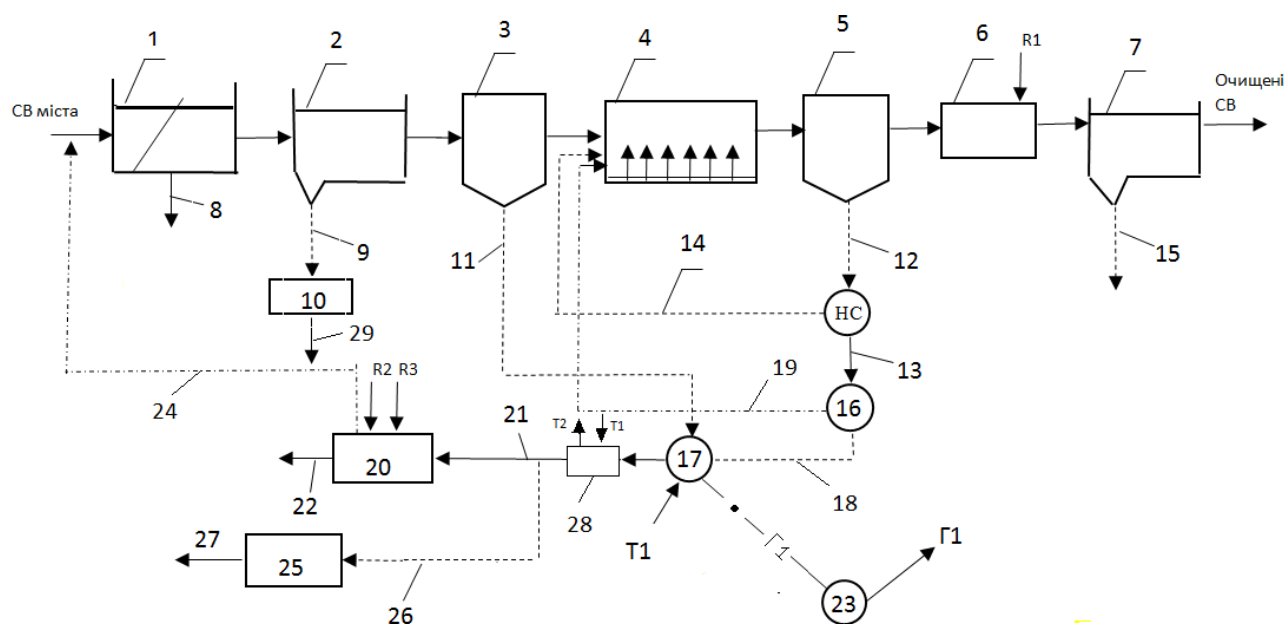


Рис.4 Технологія біологічного очищення стічних вод міста з використанням аеротенків:

1-решітки; 2-пісковловлювачі; 3-первинний відстійник; 4-аеротенк; 5-вторинний відстійник; 6-змішувач води з хлором; 7-контактний резервуар; 8-відходи на вивезення; 9-піщана пульпа; 10-піскові майданчики; 11- осад із первинних відстійників; 12-активний мул на насосну станцію; 13-надлишковий АМ; 14- рециркуляційний АМ; 15-осад на аварійні мулові майданчики; 16-мулоущільнювач; 17-метантенк; 18-ущільнений АМ; 19-мулова вода; 20-фільтр-прес; 21- зброджений осад; 22-механічно зневоднений осад на вивезення; 23-газгольдер; 24-фільтрат; 25-аварійні мулові майданчики; 26-зброджений осад; 27- осад на вивезення; 28- камера дегельмінтизації; 29- пісок на вивезення; R₁-хлорна вода; R₂ – коагулянти; R₃ - розчин вапна; Г₁-газ низького тиску; T₁, T₂ - тепло.

1.8 Характеристика біологічних агентів аеротенку

Активний мул є біоценозом організмів-мінералізаторів, які сорбують на своїй поверхні і окиснюють за присутності кисню органічні речовини, що знаходяться в активному мулі. Активний мул є складною екосистемою в якій організми знаходяться на різних трофічних рівнях. Ці організми є представниками багатьох систематичних груп – бактерій, актиноміцетів, найпростіших, водоростей, грибів, личинок комах, рачків, червів. Проте найбільшу масу активного мулу утворюють саме бактерії. Вони групуються у зооглеї – скупчення, що вкриті слизивим шаром. Загальна поверхня 1 граму сухої біомаси цих мікроорганізмів займає площу близько 100 м², що і зумовлює високу швидкість обмінних процесів при очищенні стічних вод.

Бактеріальний склад активного мулу в значній мірі залежить від складу стічних вод, які подаються.

Найбільш розповсюдженим родом в мікрофлорі аеробних очисних систем є *Pseudomonas* – грамнегативні паличковидні бактерії. Розповсюдженість цих бактерій зумовлена широким спектром компонентів забруднень, які придатні для них, як субстрат.

У бактерій роду *Pseudomonas* нараховується близько 150 різних ферментних систем. Які здатні перетворювати речовини з стічних вод в біомасу та забезпечувати клітину енергією. До порядку *Pseudomonas* відноситься 50-80% біомаси бактерій активного мулу аеробним систем очистки стічних вод. В цей порядок входять бактерії, що якиснюють нітріти (*Nitrosomonas*) та сполуки сірки (*Sulfomonas*, *Thiobacillus*).

В промислових стічних водах зустрічається багато видів *Bacterium*. До них відносяться амоніфікатори *B. Micoides*, що розкладають органічні сполуки, до складу яких входять аміни (білки, мочевину, амінокислоти) з утворенням іону NH₄⁺ або вільного аміаку.

Бактеріальний склад активного мулу стабільний на протязі довгого періоду експлуатації. Домінуючими родами є *Pseudomonas* та *Alcaligenes* (5-39

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

і 36-84% відповідно), в той час як *Bacillus*, *Zoogloea* і факультативні анаероби є індикаторами порушення процесу очищення. При перенавантаженні очисної системи різко зростає вміст *Zoogloea* – до 45%.

Також може змінюватися кількість найпростіших в залежності від навантаження на активний мул. В активному мулі є так звані індикаторні організми, по вмісту яких можна визначити чи нормально протікає процес очистки. До них відносяться інфузорії - *iliata*, *Paramecium*, *Lacrimaria*, *Stentor*, *Stilonichia*, *Euplofes patella*, *Aspidisca costata*, *Opercularia*, *Vorticella*. Встановлено, що при нормальному розвитку біоценозу на 10^6 клітин бактерій припадає 10-16 клітин найпростіших. З інших організмів в активному мулі зустрічаються коловертки (*Rotatoria*), що є індикаторами нормального насичення стічних вод киснем.

Зазвичай, у аеротенках-витиснювачах змінюється склад мікрофлори з рухом суміші стічних вод та активного мулу від початку до кінця споруди. На початковій стадії процесу очищення, коли на одиницю біомаси припадає велика частина субстрату, в біоценозі переважає кількість гетеротрофних бактерій і найпростіших, що живляться розчиненими компонентами стічних вод. Далі, із зниженням кількості забруднення води зменшується кількість бактерій, з'являється більше вільноплаваючих найпростіших, що живляться бактеріями. В кінці процесу очищення розвивається велика кількість хижих найпростіших, з'являються нижчі безхребетні [17].

Екосистема активного мулу характеризується майже повною відсутністю організмів, що мають автотрофний тип живлення, оскільки в аеротенку інтенсивно розвиваються лише еврибіонтні організми, які пристосовані до циклічної зміни сапробних умов, що пов'язано з циркуляцією активного мулу. Також, фотосинтезуючі водорості не можуть розвиватись через нестачу світла в товщі активного мулу.

Бактерії відіграють головну роль у процесі очищення стічних вод, тобто вилучення розчинних, колоїдних і великих органічних забруднень. Найпростіші ж у процесі очищення відіграють невелику роль, вони,

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

здебільшого, регулюють видовий склад мікроорганізмів в активному мулі, для забезпечення оптимальних умов очищення. Живлячись бактеріями, найпростіші сприяють подальшому виходу екзоферментів бактерій, які і руйнують забруднення.

Одним з головних показників роботи активного мулу є муловий індекс. Муловий індекс – відношення об'єму активного мулу (1мл) після осідання на протязі 0,5 години до 1 граму сухої речовини. На величину мулового індексу впливає навантаження забруднення по БСК₂₀ на 1 грам беззольної речовини активного мулу. Оптимальна величина навантаження – величина, при якій муловий індекс не перебільшує 100 см³/г. При більшому значенні – активний мул починає «спухати». Спухання відбувається через надлишок вуглеводів в стічній воді або малої кількості біогенних елементів при умові недостатньої аерації. Спухлий мул може виноситися з вторинних відстійників і забруднювати інші системи очисних споруд [18].

Важливим показником також є вік мулу, що визначається середньою тривалістю його перебування в спорудах. Оптимальний вік мулу – 2-5 діб. Проте чим різноманітніший склад стічних вод, тим більший вік мулу потрібен для забезпечення оптимального окиснення забруднюючих речовин.

Органічна або беззольна речовина активного мулу складається з білків, жирів та вуглеводів. Співвідношення цих елементів залежить від складу стічних вод, що подаються, та технологічного режиму. Зольність активного мулу міських очисних станцій становить 25-30% [19].

РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Схема перебігу процесів в аеротенку

Біохімічні процеси, що відбуваються в аеротенку, проходять двома етапами. На першому етапі відбувається адсорбція органічних речовин поверхнею активного мулу та подальша мінералізація легкоокислюваних речовин при інтенсивному споживанні кисню. На другому етапі відбувається доокиснення повільноокислюючих органічних речовин та регенерація активного мулу. На цьому етапі споживання кисню дуже мале.

На першому етапі за рахунок конвективної та молекулярної дифузії речовини надходять до поверхні клітин, а внаслідок різниці концентрацій речовин в середині та на поверхні відбувається дифузія через напівпроникну цитоплазматичну мембрану і речовина потрапляє в середину клітини. Проте, велика частина речовини потрапляє до клітини за рахунок специфічного білка-переносника. Саме утворений комплекс речовини та білка дифундує через мембрану в клітину, де він розпадається, а білок-переносник включається в наступний цикл переносу.

Саме процеси перетворення речовин, які протікають вже всередині клітини мікроорганізмів, і є основою процесу очищення стічних вод. Ці процеси закінчуються окисненням речовини з виділенням енергії та утворенням нових речовин з витратою енергії.

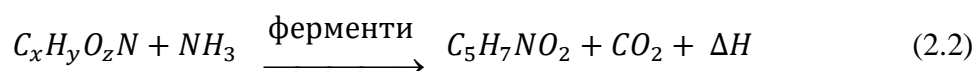
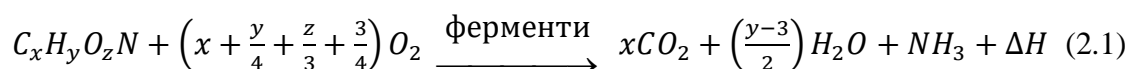
Таким чином, у середині клітин мікроорганізмів безперервно відбувається складний процес хімічних перетворень. Реакції проходять з допомогою відповідних ферментів. Швидкість біохімічних реакцій в клітині визначається активністю цих ферментів, що залежить від температури, рН та присутності в стічній воді різних речовин.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Гудуш В.В.						
Конс.								
							35	77
Керів.		Жукова В.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,ФБТ		
Затверд.								

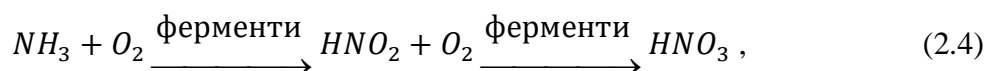
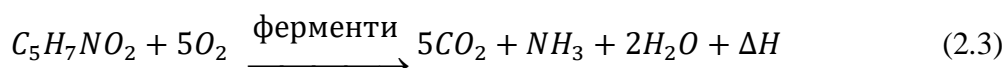
У першу чергу окисляються ті речовини, що є необхідними для утворення клітинного матеріалу та отримання енергії. Інші речовини споживаються мікроорганізмами залежно від набору ферментів з однаковими або різними швидкостями окиснення одночасно або ж послідовно. Від порядок окиснення речовини залежить тривалість очищення стічних вод. При послідовному окиснюванні речовини тривалість очищення визначається сумою тривалості окиснювання кожної речовини окремо.

Усередині клітини хімічні сполуки піддаються різним анаболічним і катаболічним перетворенням. Анаболічні перетворення приводять до синтезу нових клітинних компонентів, а катаболічні є джерелами необхідної для клітини енергії [20].

Загальне рівняння біохімічного окиснення при аеробних умовах:



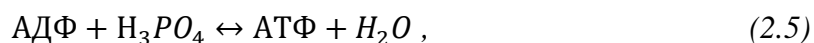
Перша реакція відображає характер окиснення речовин, які використовуються для забезпечення енергією клітини. Друга реакція – синтез клітинної речовини. Кількість кисню, яка потрібна для проходження цих реакцій складають БПК_{повн} для стічної води. При подальшому окиснюванні відбувається перетворення клітинної речовини:



де $C_xH_yO_zN$ - всі органічні речовини, що містяться у стічній воді; $C_5H_7NO_2$ - середнє співвідношення основних елементів у клітинній речовині; ΔH - тепловий ефект реакції.

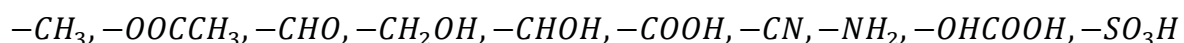
Під час цих реакцій виділяється енергія, яка необхідна для життєдіяльності бактерій. Вони можуть використовувати тільки хімічно-зв'язану енергію. Переносником такої енергії в клітині є аденозинтрифосфорна кислота (АТФ), яка утворюється в наслідок реакції:

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



де АДФ - аденозиндифосфорна кислота.

Мікроорганізми активного мулу з різною швидкістю окиснюють різні органічні речовини. Швидко проходить процес окиснення бензойної кислоти, етилового та амілового спиртів, гліколів, хлоргідридів, ацетону, гліцерину, аніліну, складних ефірів і т.д. Одно-, двох-, трьох атомні спирти, вторинні спирти – окиснюються легко, а для трьохатомних уже потрібен час. З різною швидкістю окиснюються хлорпохідні сполуки. Довгий час окиснюються нітросполуки. Наявність у речовинах функціональних груп спростовує біологічне руйнування сполук у такій послідовності:

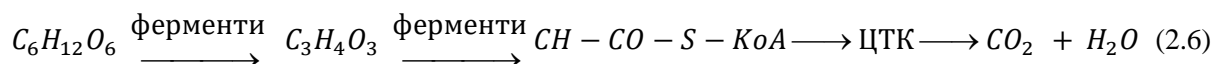


Наявність подвійного зв'язку у багатьох випадках також полегшує біологічний розклад сполук. При збільшенні молекулярної маси речовин – зменшується швидкість їх окиснення. Також, речовини, які знаходяться у розчиненому стані значно швидше окиснюються, ніж речовини у колоїдному або дрібно дисперсному стані.

У стічних водах із суміші речовин першими окиснюються ті речовини, які краще засвоюються мікроорганізмами.

Окиснювання вуглеводів

Вуглеводи розкладають спеціальні групи мікроорганізмів. Окиснювання вуглеводів передбачає складний хімічний процес:



Спочатку відбувається процес гліколізу. Гліколіз складається із десяти реакцій, внаслідок яких глюкоза перетворюється на піровиноградну кислоту. При цьому виділяється енергія дві молекули АТФ та дві молекули НАД, які відновлюються в НАД·Н₂. Кожна пара електронів утворює три макроергічні зв'язки. Таким чином, 2НАД·Н₂ дали ще 6 молекул АТФ.

Після гліколізу кінцевий продукт реакції – піровиноградна кислота – піддається окислювальному декарбоксилюванню в процесі дихання.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

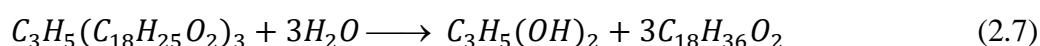
Перетворення піровиноградної кислоти в ацетил-КоА є перехідною стадією, завдяки якій вуглеводи включаються в новий етап – кисневе окиснення. Цей процес – сполучна ланка між гліколізом і власне диханням.

Розпочинається цикл трикарбонових кислот. В цьому циклі ацетил-КоА вже окисляється до вуглекислого газу та води. Він складається з вісьми послідовних реакцій. В ЦТК утворюється 2 молекули CO_2 і 3 молекули $\text{НАД}\cdot\text{H}_2$ і 1 молекула $\text{ФАД}\cdot\text{H}_2$. Окиснення $\text{НАД}\cdot\text{H}_2$ дає по 3 молекули АТФ, а $\text{ФАД}\cdot\text{H}_2$ – по 2 молекули АТФ.

Таким чином, в процесі всього окиснення вуглеводів клітини бактерії отримують енергію в розмірі 38 молекул АТФ.

Окиснювання жирів

Жири можуть розщеплювати багато видів бактерій. Це відбувається шляхом гідролізу жирів на гліцерин та жирні кислоти за рівнянням:

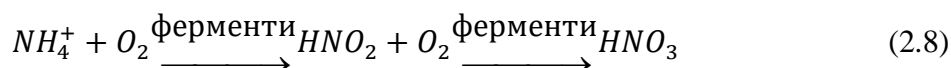


Утворений гліцерин окиснюється до піровиноградної кислоти, яка по описаному вище шляху ЦТК перетворюється на вуглекислий газ та воду.

Здатність до окиснення жирів мають такі представники: *Ps. Fluorescens*, *Ps. pyocyanea*, *Bacillus fluorescens*, *Ps. liquefaciens*, *Achromobacter lipolyticum*, мікобактерії і багато інших бактерій та грибів.

Окиснювання сполук азоту

Окиснювання сполук азоту під час очищення стічних вод відбувається при нітрифікації та денітрифікації. Бактерії окиснюють амонійний азот, який знаходиться в стічних водах, спочатку до нітритів, а потім до нітратів. Такий процес має назву нітрифікація і проходить у дві стадії.



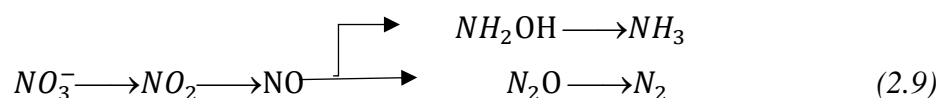
Нітрифікація є завершальною стадією мінералізації азотовмісних органічних речовин. А наявність іонів нітратів у стічній воді є признаком повноти очищення води.

За рахунок нітрифікуючих бактерій зв'язаний кисень відщеплюється від нітритів та нітратів і знову використовується на окиснення інших органічних

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

речовин. Цей процес має назву денітрифікація. Оптимальні умови проходження денітрифікації: присутність органічних речовин, невелика концентрація кисню та нейтральна або слабо лужна реакція.

Процес денітрифікації є багатоступінчастим і утворювати різні продукти реакції: аміак, молекулярний азот або оксиди азоту. При очищенні стічних вод, зазвичай, утворюється амонійний азот, рідко - NH_3 .

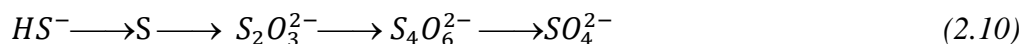


Азотовмісні сполуки розкладаються з виділенням азоту у формі аміаку.

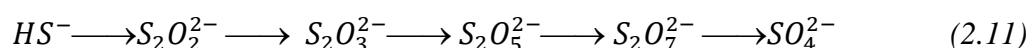
Окиснювання сполук сірки

Окиснення сірковмісних сполук здійснюють сірчані татіонові бактерії. Сірчані бактерії окиснюють сірку, сірководень, тіосульфати, політіонати і інші сірчисті з'єднання до сірчаної кислоти та сульфатів. Тіонові бактерії розщеплюють сірководень, сірку, тіосульфат та інші сірковмісні речовини до сірчаної кислоти або сульфатів.

Окиснення тіоновими бактеріями:

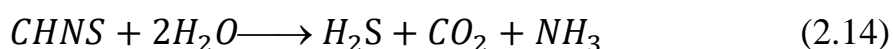
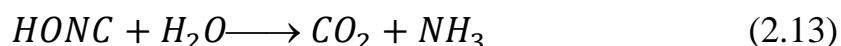
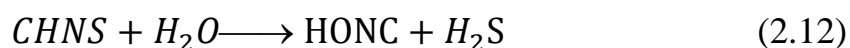


або:



При окисненні сірководню утворюється сірка, яка може накопичуватися в клітинах у виді запасної речовини:

При окисненні тіоціанідів утворюються сульфіді і ціаніти, які потім гідролізуються до вуглекислого газу та аміаку, а сульфіді окиснюються до сульфатів [19].



2.2 Характеристика кінцевого продукту

Кінцевим продуктом біологічного процесу очищення стічних вод міста та шкірзаводу є очищена стічна вода, показники якої відповідають всім нормам скиду у природню водойму.

Стічна вода пройшла механічну очистку(решітки, пісковловлювачі, первинні відстійники), біологічну очистку(аеротенк, вторинний відстійник) та стадію знезараження хлорною водою.

Очищена вода має показники, що подані в таблиці 2.2.1, є безпечною та має задовільні органолептичні властивості.

Табл. 2.2.1

Показники	Величина показників
Завислі речовини, мг/дм ³	15
БСКповн, мг/дм ³	15
ХСК, мг/дм ³	30
ПАР, мг/дм ³	відсутні
Температура,°С	25-28
рН	6,5-8,5

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Опис технологічної схеми біологічного очищення стічних вод

ДР 1. Підготовка аераційного повітря

При подачі повітря в аеротенки необхідно забезпечити подолання опору аеруючих труб та повітропроводів, видалення завислих частинок у повітрі, регулювання температури та вологості.

ДР 1.1 Забір повітря з атмосфери

Атмосферне повітря закачують з допомогою повітрозабірників, які розташовують на висоті 4 м від поверхні землі. До фільтра повітря надходить за допомогою повітропроводу.

ДР 1.2 Фільтрування повітря

Повітря очищається крізь металічний фільтр. Він затримує пил, механічні часточки. Повітря проходить через два фільтрувальних полотна, які виготовлені з металевої сітки. Ефективність очищення складає не менше 80%. На даному етапі контролюють вміст механічних частинок у повітрі, яких повинно бути не більше 10 мг/м³ [21].

ДР 1.3 Компресування повітря

Для компресування повітря застосовують повітродувки з продуктивністю 10000 м³/год. Тиск нагнітання становить 0,163 МПа. На даному етапі контролюють тиск [22].

ДР 2. Приготування водного розчину хлору

Для обробки побутових стічних вод використовують хлорну воду. Хлор поставляється на очисні станції в баллонах чи контейнерах, у яких він знаходиться під надлишковим тиском переважно у рідкому стані. Його переводять у газоподібний стан і проводять розчинення. Відповідно до ДБН розрахункова доза активного хлору для біологічного очищення стічних вод

					ЕКБ.БЕ6106.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гудилш В.В.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Стадія	Арк.	Аркушів
Конс.								
							41	77
Керів.		Жукова В.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,ФБТ		
Затверд								

становить 85 г/м³. На даній стадії здійснюється технологічний контроль концентрації розчиненого газу хлору у водному розчині. Підготовлена хлорна вода надходить до ПВ 8.1.

ДР 3. Приготування розчину хлориду заліза (III)

Для обробки осадів з метою їх коагуляції використовують 5 % розчин FeCl₃. Хлорид заліза зберігається на складі в спеціальних посудинах у вигляді концентрованого розчину солі. 5 % розчин готують у спеціальному реакторі шляхом змішування розчину з водою. Інтенсифікація розведення розчину солі у воді здійснюється за допомогою мішалки з інтенсивністю обертання 5 об/с. Готовий розчин зі складу направляється до ПВ 9.4. На стадії здійснюють технічний контроль.

ДР 4. Приготування розчину гідроксиду кальцію

Ca(OH)₂ використовується разом з FeCl₃ в якості підлужуючого реагента. Насичений розчин гідроксиду кальцію (вапняна вода) зберігається у спеціальних ємностях. Приготування 10 % розчину Ca(OH)₂ здійснюють у спеціальному реакторі шляхом змішування насиченого розчину з водою. Інтенсифікація розведення розчину у воді здійснюється за допомогою мішалки з інтенсивністю обертання 5 об/с. Готовий розчин зі складу направляється до ПВ 9.4. На стадії здійснюють технічний контроль.

ТП 5. Механічне очищення стічних вод

ТП 5.1. Очищення стічних вод на решітках

Решітки-дробарки дозволяють затримувати та подрібнювати сміття безпосередньо в потоці стічних вод. До решіток надходить суміш стічних вод міста та підприємства, а також спрямовуються дренажна вода, фільтрат та мулова вода. Швидкість руху рідини в отворах складає 1 м/с, продуктивність – 250-500 кг/год. Дрібне сміття разом зі стічною водою через щілинні отвори проходять всередину барабана і далі через дюкер виходять з решітки-дробарки. Великі фракції сміття затримуються в щілинних отворах барабана, які складають немовби циліндричну решітку. Затримані на решітці відходи переміщуються при обертанні барабана до тріпальних гребенів, закріплених на нерухомому корпусі.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

При взаємодії ріжучих пластин і різців, закріплених на барабані, з відповідними ріжучими кромками тріпальних гребенів відходи подрібнюються. При цьому подрібнення сміття під час контакту різців з тріпальними гребенями відбувається за принципом гільйотинних ножиців, а під час контакту ріжучих пластин з тріпальними гребенями - за принципом паралельних ножиців. На даному етапі здійснюється технічний контроль [22].

ТП 5.2. Очищення на пісковловлювачах

В пісковловлювачах зі стічних вод видаляються крупні механічні домішки розміром від 0,15 мм до 0,25 мм, внаслідок гравітаційного осадження. Застосовуються вертикальні пісковловлювачі. Рідина проходить через ввідний канал і вводиться знизу споруди. Вода рухається вертикально вгору зі швидкістю 0,3 м/с, і далі виводиться через відвідний канал. Ефективність видалення складає 65-75%.. Піскову пульпу зі споруд вивантажують та подають на піскові майданчики за допомогою гідроелеватора [23]. На даному етапі проводять технічний контроль концентрації піску та мінеральних домішок в стічній воді на виході з пісковловлювача, що повинна складати 0,8 мг/дм³.

ТП 5.3. Первинне відстоювання

При відстоюванні зі стічної води видаляються крупно-дисперсні домішки, які під дією гравітаційної сили осідають на дно відстійника. Вода подається знизу через розподільчий пристрій в середині споруди - первинних радіальних відстійників. У воді, що проходить відстань від центру споруди до переливних лотків, осаджуються завислі речовини на дно споруди. Осад збирається мулоскребом до зони осаду, звідки самопливно видаляється. Освітлена вода відводиться по кільцевому каналу у відвідну кишеню і направляється на ТП 6. На даній стадії здійснюється технологічний контроль по концентрації завислих речовин на вході та на виході. Ефективність видалення складає 40% [22].

ТП 6. Біологічне очищення стічних вод

ТП. 6.1. Очищення стічних вод в аеротенку

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

В аеротенк подається стічна вода після механічного очищення, попередньо підготовлене повітря для аерації з повітродувної станції та рециркуляційний активний мул з вторинного відстійника. На даному етапі здійснюється технічних, хімічних та мікробіологічний контроль.

ТП 6.2. Вторинний відстійник

Вода самопливно подається до вторинного відстійника, де осаджуються пластівці активного мулу. Освітлена вода відводиться по кільцевому каналу у відвідну кишеню, а далі направляється на ТП 7. На даному етапі проводиться технологічний контроль. Вологість осаду становить $W=95\%$.

ТП 8. Розділення активного мулу

Частина активного мулу, що надходить, повертається аеротенк на ТП 6.1 у вигляді рециркуляційного мулу, а частина направляється на зброджування на ТП 9.1 у вигляді надлишкового активного мулу.

ТП 8. Знезараження стічної води

ТП 8.1. Змішування стічної води з розчином хлору

Розчин хлору подається в змішувач, в який паралельно надходить стічна вода. На даному етапі здійснюється технічний та хімічний контроль. Суміш стічної води з розчином хлору самопливом подається у контактний резервуар де проходить рівномірний контакт усієї очищеної води з іоном хлору.

ТП 8.2. Знезараження стічної води в контактному резервуарі

Знезараження стічних вод у контактному резервуарі шляхом хлорування відбувається в дві стадії: спочатку іон хлору дифундує через оболонку клітини мікроорганізму, а потім вступає в реакцію з ферментами [23]. У контактних резервуарах також відбувається окислення залишкових забруднень стічних вод іоном хлору, що дозволяє знизити концентрацію БСК_{повн} до 15 мг/дм³.

ПВ 9. Обробка осаду та надлишкового активного мулу

ПВ 9.1. Ущільнення надлишкового активного мулу

Зменшення вологості й об'єму осадів гравітаційним методом здійснюється за допомогою мулоущільнювача. Вологість осаду знижується до 96-97 %.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

ПВ 9.2. Анаеробне зброджування осаду в метантенках

В метантенках відбувається зброджування анаеробними метаноутворюючими та іншими бактеріями органічних забруднень до більш простих складових, зокрема, метану (до 70%), вуглекислого газу (25-55 %) і води. Даний процес проходить в мезофільному температурному режимі ($t = 30-37^{\circ}\text{C}$). В результаті анаеробної ферментації в метанових реакторах утворюється біогаз, який, в основному, збирається у верхній частині метантенків і транспортується до газгольдерів. На стадії здійснюється технічний, хімічний та мікробіологічний контроль.

ПВ 9.3. Дегельмінтизація

Термічне знезараження здійснюється в дегельмінтизаторі, куди подається теплоагент – пара. Процес триває 15 хв при температурі $60-70^{\circ}\text{C}$, що дозволяє знищити яйця гельмінтів.

ПВ 9.4. Коагуляція осаду

Для кондиціонування осадів використовують коагулянти. Обробка осадів здійснюється послідовно хлорним залізом та гашеним вапном [23].

ПВ 9.5. Зневоднення осаду на фільтр-пресах

Фільтр-прес забезпечує ущільнення осаду до вологості 70%. Осад подається у фільтрувальні пластини, після чого пластини піддаються тиску в 1 МПа. Фільтрат, що утворився, повертається до приймальної камери, а зневоднений осад вивозиться з очисної станції [22].

ЗВ 10. Зневоднення піску на піскових майданчиках

Вода, що разом з піском надходить на піскові майданчики, гравітаційно проціджується крізь пісок, а також випаровується волога з поверхні шару осаду. Підсушений пісок вивозиться з очисної станції, а дренажна вода повертається в приймальну камеру.

ЗВ 11. Зневоднення збродженого осаду на аварійних мулових майданчиках

На аварійні мулові майданчики відводиться 20% осаду від ТП 6.2, який підсушується. Періодично осади вивозяться, а дренажна вода з них перекачується на ТП 5.1.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

ЗВ 12. Накопичення біогазу в газгольдері

Біогаз, який утворюється в метантенку подається в газгольдер, звідки надходить в когенеруючі установки і спалюється з виділенням тепла та енергії.

3.2 Контроль виробництва

Щоб забезпечити належну якість води, яка б відповідала всім вимогам та стандартам, а також для запобігання втрат ресурсів, поломок споруд, на протязі всіх етапів очищення стічної води здійснюється технологічний контроль.

Таблиця 3.2.1 Параметри контролю

№	Стадія процесу	Параметр, що контролюється	Частота контролю	Норма технологічного режиму	Методи контролю	Метод контролю, прилад вимірювання
1	Надходження стічних вод шкірзаводу та міста на каналізаційні очисні споруди	Витрати стічних вод, м ³ /добу	1 раз на добу	22 000	К _т	Акустичний витратомір
		Завислі речовини, мг/дм ³	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)		К _х	КНД 211.1.4.039-95
		БСКповн, мг/дм ³	2 рази на тиждень		К _х	КНД 211.1.4.039-5
		pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу		К _х	Іономір лабораторний

					ЕКБ.БЕ6106.ДП		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			46

			(середньодобов а проба)			
		Температура , °C	Кожні 2 години і 1 раз на добу		K _т	Термометр
2	Підготовка аераційного повітря	Робочий тиск нагнітання в повітродувку, МПа	1 раз на годину	0,163	K _т	Манометр ОБМ1 -100 Межа вимірюванн я 0-1 МПа.
3	Підготування водного розчину хлору	Масова концентрація хлору, г/дм ³	1 раз на добу	85	K _х	Концентрато мір КОХ-1
4	Приготування розчину хлориду заліза(ІІІ)	Масова концентрація хлориду заліза, г/дм ³	1 раз на добу	5	K _х	Концентрато мір КОХ - 1
5	Приготування розчину гідроксиду кальцію	Масова концентрація гідроксиду кальцію, г/дм ³	1 раз на добу	10	K _х	Концентрато мір КОХ - 1
6	Очищення стічних вод на рештіках	Масова концентрація домішок	1 раз на добу	Не менше 60 % від максима льної	K _т	КНД 211.1.4.03 9 - 9 5
7	Очищення стічних вод на пісковловлюв ачах	Масова концентрація піску та мінеральних речовин на вході, мг/дм ³	1 раз на добу	0,8-1,2	K _т	КНД 211.1.4.045- 95
8	Відстоювання в первинних відстійниках	Масова концентрація завислих	Кожні 2 години і 1 раз на добу	<250	K _х	КНД 211.1.4.039- 95

		речовин на вхoді, мг/дм ³	(середньодобов а проба)			
		Масова концентрація завислих речовин на виході, мг/дм ³	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобов а проба)	<150	К _х	КНД 211.1.4.039-95
		Температура, °С	Кожні 2 години і 1 раз на добу	<40	К _т	Термометр
9	Біологічне очищення в аеротенку	Муловий індекс, см ³ /г	1 раз на добу	>100, <120	К _х	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Температура, °С	Кожні 2 години і 1 раз на добу	18-20	К _т	Термометр
		рН	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобов а проба)	6.5-8.5	К _х	Іономір лабораторний
10	Відстоювання у вторинному відстійнику	Вологість надлишкового активного мулу, %	3 рази на тиждень	99,2-99,7	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Масова концентрація завислих	Кожні 2 години і 1 раз на добу	Не більше 15 мг/дм ³	К _т	КНД 211.1.4.039-95

		речовин, мг/дм ³				
		Температура, °С	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньо добова проба)	20-30	К _т	Термометр
14	Мулові майданчики	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	96-97	К _т	Методика лабораторно го контролю за роботою каналізаційн их очисних споруд
15	У резервуарі очищеної стічної води	Масова концентрація хлору, г/дм ³	1 раз на годину	3	К _х	Концентрат омір КОХ-1
		Масова концентрація завислих речовин, мг/дм ³	Кожні 2 години 1 раз на добу	0,75	К _х	КНД 211.1.4.024- 95
		БСКповн, мг/дм ³	2 рази на тиждень	6	К _х	КНД 211.1.4.024- 95
		ХСК, мгО/дм ³	2 рази на тиждень	<80	К _х	Методика КНД 211.1.4.023- 95
		Температура, °С	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньо добова проба)	18-20	К _т	Термометр

		pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобов а проба)	6,5-8,5	K _x	Іономір лабораторни й
--	--	----	---	---------	----------------	-----------------------------

3.3 Матеріальний баланс процесу очищення стічних вод

Для розрахунку матеріального балансу технологічного процесу приймаємо наступні дані :

За попередніми розрахунками (формула 1.7), продуктивність очисної споруди становить – 1432 м³ /год.

Концентрація забруднень у стічних водах, що надходять до очисної споруди:

$$C_{\text{сум.зр}} = 228 \text{ мг/дм}^3 \quad (3.1)$$

$$C_{\text{сум.БСК}} = 278 \text{ мг/дм}^3 \quad (3.2)$$

Розраховуємо масу масу стічних вод, що надходять на біохімічну очисну споруду:

$$m_{\text{св}} = Q_{\text{св}} \cdot \rho_{\text{св}} = 1432 \cdot 1000 = 1\,432\,000 \text{ кг/год} , \quad (3.3)$$

де $Q_{\text{св}}$ - продуктивність установки ; $\rho_{\text{св}}$ - густина стічної води , що становить 1000 кг/м³.

Проводимо розрахунки по визначенні кількості речовин, що містяться в стічній воді.

Маса завислих речовин:

$$m_{\text{зр}} = Q_{\text{св}} \cdot C_{\text{сум.зр}} = 1432 \cdot 0,301 = 431 \text{ кг/год} , \quad (3.4)$$

де $C_{\text{сум.зр}}$ – концентрація завислих речовин у суміші стічної води.

Припускаємо, що маса органічних речовин дорівнює показнику БСК_{повн}. Тоді маса органічних речовин:

$$m_{\text{орг.реч}} = Q_{\text{св}} \cdot C_{\text{сум.БСК}} = 1432 \cdot 0,367 = 525,5 \text{ кг/год} , \quad (3.5)$$

де $C_{\text{сум.БСК}}$ – концентрація органічних речовин за БСК_{повн} у суміші стічних вод.

Матеріальний баланс первинного відстійника.

Ефективність очистки у відстійнику складає 42 % ($E = 42\%$), а вологість осаду – 95 % ($\varphi = 95\%$) [24]. Тоді маса завислих частин, що осіли:

$$m_{зр}^{осів} = \frac{m_{зр} \cdot E}{100\%} = \frac{431 \cdot 28\%}{100\%} = 120,68 \text{ кг/год} \quad (3.6)$$

А маса завислих частин, що залишились у воді:

$$m_{зр}^{зал} = m_{зр} - m_{зр}^{осів} = 431 - 120,68 = 310,3 \text{ кг/год} \quad (3.7)$$

Маса вологого осаду:

$$m_{вол.осад} = \frac{m_{зр}^{осів} \cdot 100\%}{100\% - \varphi} = \frac{120,68 \cdot 100\%}{100\% - 95\%} = 2\,413,6 \text{ кг/год} \quad (3.9)$$

Маса води, що вийшла з первинного відстійника:

$$m_{св}^{осів} = m_{св} - m_{вол.осад} = 1\,432\,000 - 1\,828,4 = 1\,430\,171,6 \text{ кг/год} \quad (3.10)$$

Матеріальний баланс аеротенку

Далі очищена вода потрапляє на біологічне очищення в аеротенк.

Кількість зворотнього активного мулу, необхідного для біологічного очищення:

$$m_{ам} = D_{ам} \cdot Q_{св} = 1,5 \cdot 1432 = 2\,148 \text{ кг/год} , \quad (3.11)$$

де $D_{ам}$ – доза активного мулу, кг/м^3 ; $D_{ам} = 1,5 \text{ кг/м}^3$

Маса вологого активного мулу ($\varphi = 98\%$) становить:

$$M_{вол.мул} = \frac{m_{ам} \cdot 100\%}{100\% - \varphi} = \frac{2\,148 \cdot 100\%}{100\% - 98\%} = 107\,400 \text{ кг/год} \quad (3.12)$$

Під час біохімічного очищення деяка кількість мулу приростає. Приріст активного мулу за формулою дорівнює $119,1 \text{ мг/дм}^3$.

Маса активного мулу, що приростає:

$$m_{пр.ам} = P \cdot Q_{св} = 0,1191 \cdot 1432 = 170,6 \text{ кг/год} \quad (3.13)$$

Ефективність очищення в аеротенку складає 96% [25]. Тоді маса видалених органічних речовин:

$$m_{орг.реч}^{вид} = m_{орг.реч} \cdot E = 525,5 \cdot 0,96 = 504,5 \text{ кг/год} \quad (3.14)$$

Маса завислих речовин у воді після аеротенку:

$$m_{зр}^{аерот} = m_{ам} + m_{зр} + m_{пр.ам} = 2\,148 + 431 + 170,6 = 2\,749,6 \text{ кг/год} \quad (3.15)$$

Матеріальний баланс вторинного відстійника

Відділення очищеної води від активного мулу відбувається у вторинному відстійнику. Ефективність відділення при цьому складає 87 % ($E = 0,87$), а вологість осаду 98 % ($\varphi = 98\%$) [24].

Маса мулу та завислих речовин, що осіли:

$$m_{\text{ам.ос}} = m_{\text{ам+зр}} \cdot E = 2\,579 \cdot 0,87 = 2\,243,7 \text{ кг/год} \quad (3.16)$$

Тоді маса вологого осаду:

$$m_{\text{вол.осад}} = \frac{m_{\text{ам.ос}} \cdot 100\%}{100\% - \varphi} = \frac{2\,243,7 \cdot 100\%}{100\% - 98\%} = 112\,185 \text{ кг/год} \quad (3.17)$$

Маса води, що виходить із вторинного відстійника

$$m_{\text{втор.відс.оч.води}} = m_{\text{аерот.оч.води}} - m_{\text{вол.осад}} = 1\,533\,592,6 - 112\,185 = 1\,421\,407,6 \text{ кг/год} \quad (3.18)$$

Маса активного мулу, що залишилась у воді:

$$m_{\text{дисп.част}} = m_{\text{аерот.ЗР}} - m_{\text{ам.ос}} = 2\,749,6 - 2\,243,7 = 505,9 \text{ кг/год} \quad (3.19)$$

Отримані дані заносимо до таблиці 3.3.1.

Таблиця 3.3.1 Матеріальний баланс очищення стічних вод

Прихід	кг/год	Витрата	кг/год
Матеріальний баланс первинного відстійника			
1. Стічна вода на вході до первинного відстійника, з кількістю ЗР	1 432 000 (431)	1. Прояснена стічна вода, з кількістю ЗР	1 429 276,1 (310,3)
		2. Вологий осад	2 413,6
Усього	1 432 000		1 432 000
Матеріальний баланс аеротенку			
1. Стічна вода після первинного відстійника, з кількістю ЗР	1 429 276,1 (310,3)	1. Вода після біологічного очищення, з кількістю ЗР	1 533 592,6 (2 749,6)

Продовження табл. 3.3.1

2.Зворотний активний мул, у тому числі: Активний мул Вода	107 400 2 148 72 735,6	2.Видалені речовини	504,5
3.Приріст активного мулу	170,6		
Усього	1 536 846,7		1 536 846,7
Матеріальний баланс вторинного відстійника			
1.Вода після аеротенка, з кількістю ЗР	1 536 846,7 (2 749,6)	1.Прояснена стічна вода, з кількістю дисперсних часток	1 424 155,8 (505,9)
		2.Вологий осад, у тому числі: активний мул волога	112 185 2 243,7 109 941,3
Усього	1 536 846,7		1 536 846,7

РОЗДІЛ 4. ВИБІР, ХАРАКТЕРИСТИКА ТА РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ

4.1 Розрахунок основних очисних споруд

4.1.1 Розрахунок первинних відстійників

Для розрахунків приймаємо радіальний тип відстійника.

Ефективність видалення завислих речовин у первинних відстійниках:

$$E_{set} = \frac{C_{зр}^n - C_{зр}^к}{C_{зр}^n} \cdot 100\% = \frac{301 - 150}{301} \cdot 100 = 50\%, \quad (4.1)$$

де $C_{зр}^n$ - початкова концентрація завислих речовин на вході в споруду, 301 мг/дм³;
 $C_{зр}^к$ - концентрація завислих речовин на виході зі споруди, 150 мг/дм³ [14].

Тривалість відстоювання стічних вод, при якій забезпечується необхідний ефект прояснення стічних вод, визначається за табл. 1 [13].

Таблиця 1 – Тривалість відстоювання t_{set} води в залежності від ефекту E_{set} її освітлення

Ефект освітлення, E_{set} , %	Тривалість відстоювання у станартному циліндрі t_{set} , с, при концентрації $C_{зр}$ завислих речовин, мг/л			
	100	200	300	400
30	900	540	320	260
40	1320	650	450	390
50	1900	900	640	450
60	3800	1200	870	680
70	5700	1500	1110	910

Шляхом горизонтального та вертикального інтерполювання вираховуємо значення t_{set} , яке становить $t_{set} = 638$ с.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Гудий В.В.			ВИБІР, ХАРАКТЕРИСТИКА ТА РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ	Стадія	Арк.
Конс.							
						54	77
Керів.		Жукова В.С.				КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ	
Затверд.							

Гідравлічна крупність частинок, які будуть затримуватись у первинних відстійниках, становить:

$$U_o = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot t_{set} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,084 \cdot 638 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5} \right)^{0,2}} = 1,6 \text{ мм/с}, \quad (4.2)$$

де K_{set} - коефіцієнт використання зони об'єму (для радіального відстійника $K_{set} = 0,45$ за дод. К, табл. К5); H_{set} – робоча глибина відстійника об'єму (для радіального відстійника $H_{set} = 3$ м [14]; α - коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, 1,084 [24]; t_{set} – тривалість відстоювання, с; h – висота циліндра, м (0,5 м); n_2 – показник степеня, який залежить від агломерації частинок, приймається 0,2 [14].

Продуктивність первинного радіального відстійника:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2) (U_o - v) = 2,8 \cdot 0,45 (18^2 - 1,4^2) (1,6 - 0,05) = 629 \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (4.3)$$

де D – діаметр відстійника, 18 м; d – діаметр розподільного пристрою радіального відстійника), 1,4 м [14]; v - турбулентна складова швидкості руху стічних вод у споруді 5-10 мм/с [14].

Діаметр центральної труби вертикального відстійника визначається за формулою:

$$d_{ц.т.} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{макс.сек.}}^{\text{сум.}}}{N \cdot \pi \cdot v_{ц.т.}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,255}{4 \cdot \pi \cdot 0,03}} = 1,16 \text{ м} \quad (4.4)$$

де $Q_{\text{макс.сек.}}^{\text{сум.}}$ - максимальна секундна витрата суміші побутових і виробничих стічних вод, м³/с; $v_{ц.т.}$ - розрахункова швидкість руху води у центральній трубі - 0,03 м/с [14]; N - кількість первинних відстійників, яка розрахована нижче, 2 шт.

Кількість первинних відстійників:

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$N = \frac{Q_{\max}}{q_{\text{set}}} = \frac{1432}{629} = 2_{\text{шт}}, \quad (4.5)$$

де Q_{\max} – максимальна витрата суміші стічних вод, м³/год.

Приймаємо 2 первинних радіальних відстійника за ТП902-2-362.83, діаметром – 18 м, глибиною – 3,4м.

Розраховуємо фактичну продуктивність одного відстійника діаметром 30м:

$$q_{\phi} = \frac{Q_{\max}}{N_{\phi}} = \frac{1432}{2} = 716 \text{ м}^3 / \text{год}. \quad (4.6)$$

Фактична гідравлічна крупність затриманих частинок становить:

$$U_o^{\phi} = \frac{q_{\phi}}{2,8 \cdot K_{\text{set}} \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{716}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (18^2 - 1,4^2)} = 1,76 \text{ мм/с}. \quad (4.7)$$

Фактична тривалість перебування стічних вод у первинному відстійнику становить:

$$t_{\text{set}}^{\phi} = \frac{1000 \cdot K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{U_o^{\phi} \cdot \alpha \cdot \left(\frac{K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 2,0}{1,76 \cdot 1,084 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5} \right)^{0,2}} = 395 \text{ с}. \quad (4.8)$$

Фактична ефективність прояснення стічних вод при $C_{\text{поч}}$ і t_{set}^{ϕ} становить [14]: $E^{\phi} = 49,7\%$.

При отриманому E^{ϕ} концентрація завислих речовин:

$$C_{\text{зр}}^{\kappa, \phi} = C_{\text{зр}}^n - \frac{E^{\phi} \cdot C_{\text{зр}}^n}{100} = 301 - \frac{49,7 \cdot 301}{100} = 149,6 \text{ мг/дм}^3. \quad (4.9)$$

Маса сухої речовини осаду, що затримується у первинних відстійниках, становить:

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$M_{oc} = \frac{(C_{зр}^n - C_{зр}^{к.ф.}) \cdot Q_{сер.доб} \cdot K}{10^6} = \frac{(301 - 149,6) \cdot 22000 \cdot 1,2}{10^6} = 3,9 \text{ м}^3 / \text{добу}, \quad (4.10)$$

де $Q_{сер.доб}$ - витрата стічних вод, м³/доб; $K=1,1 \dots 1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення об'єму осаду за рахунок крупних часток зависі, які не виявляються при відборі проб для аналізу.

Добовий об'єм осаду:

$$V = \frac{100 \cdot M_{oc}}{100 - W_{oc}} = \frac{100 \cdot 3,9}{100 - 95} = 78 \text{ м}^3, \quad (4.11)$$

де W_{oc} – вологість осаду, 95%.

4.1.2 Розрахунок аеротенка

Згідно з попередніми розрахунками концентрація БСК_{повн} становить 367 мг/дм³. Враховуючи зниження цієї концентрації на 15% в попередньому етапі очищення, для подальших розрахунків використовуємо значення 312 мг/дм³

Значення БСК_{повн} стічних вод, які надходять в аеротенк, становить 312 мг/дм³. Згідно, при концентрації БСК_{повн} < 500 мг/дм³ приймаємо аеротенк-витиснювач з регенерацією активного мулу (БСК_{повн} > 150 мг/дм³).

Попередньо приймаємо дозу активного мулу в зоні аерації в межах 2-4,5 г/дм³ та значення мулового індексу 70-100 см³/г. Для прийнятих значень визначається ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R = \frac{a_a}{\frac{1000}{J} - a_a} = \frac{2,5}{\frac{1000}{94} - 2,5} = 0,31 \quad (4.12)$$

де a_a – доза мулу, що дорівнює 2,5 г/дм³; J – муловий індекс, який становить 94 см³/г.

Доза активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$$a_p = a_a \cdot \left(\frac{1}{2R} + 1 \right) = 2,5 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,31} + 1 \right) = 6,62 \text{ г} / \text{дм}^3. \quad (4.13)$$

Концентрація органічних забруднень за $BCK_{\text{повн}}$ в суміші стічних вод та циркуляційного активного мулу визначається за формулою:

$$L_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{БСК}}^a + C_{\text{БСК}}^k \cdot R}{1 + R} = \frac{312 + 15 \cdot 0,31}{1 + 0,31} = 242,2 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.14)$$

де $C_{\text{БСК}}^a$ - показник $BCK_{\text{повн}}$ стічних вод, що надходять в аеротенк, з врахуванням зниження БСК після первинного відстоювання на 10-15%, 312 мг/дм^3 ; $C_{\text{БСК}}^k$ - показник $BCK_{\text{повн}}$ в очищеній воді після повного біологічного очищення, 15 мг/дм^3 .

Тривалість обробки стічних вод в аеротенку визначається за формулою:

$$t_a = \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} \cdot \lg \frac{L_{\text{сум}}}{C_{\text{БСК}}^k} = \frac{2,5}{\sqrt{2,5}} \cdot \lg \frac{242,2}{15} = 3,5 \text{ год}. \quad (4.15)$$

Питома швидкість окиснення забруднень активним мулом визначається за формулою:

$$\rho = \rho_{\text{max}} \frac{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_o}{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_o + K_L \cdot C_o + K_o \cdot C_{\text{БСК}}^k} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_p} =$$

$$85 \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 7,5} = 15,9 \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{год}}, \quad (4.16)$$

де $\rho_{\text{max}} = 85 \text{ мг/(г} \cdot \text{год)}$ – максимальна швидкість окиснення стічних вод [8]; C_o – концентрація розчиненого кисню в муловій суміші, яка приймається 2 мг/дм^3 ; K_L - константа, яка характеризує властивості органічних забруднень, складає $33 \text{ мг} \cdot \text{БПК}_{\text{повн}}/\text{дм}^3$ [14]; K_o – константа, яка характеризує вплив кисню, становить $0,625 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ [13]; φ - коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, складає $0,07 \text{ дм}^3/\text{г}$ [14].

Тривалість окиснення органічних забруднень визначається за формулою:

$$t_o = \frac{C_{\text{БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k}{a_p (1 - S)} \cdot \frac{15}{T_{\text{сер.р}}} = \frac{312 - 15}{6,6(1 - 0,3) \cdot 15,9 \cdot 0,31} \cdot \frac{15}{21} = 7,3 \text{ год}, \quad (4.17)$$

де S – зольність активного мулу, приймається 0,3; $T_{\text{сер.р}}$ – середньорічна температура стічних вод, становить 21 °С (за завданням).

Тривалість регенерації активного мулу:

$$t_p = t_o - t_a = 7,3 - 3,5 = 3,8 \text{ год.} \quad (4.18)$$

Середня тривалість перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор буде дорівнювати:

$$t_{\text{сер}} = (1 + R) \cdot t_a + t_p \cdot R = (1 + 0,31) \cdot 3,5 + 3,8 \cdot 0,31 = 5,7 \text{ год.} \quad (4.19)$$

Середня доза активного мулу в системі аеротенк-регенератор визначається за формулою:

$$a_{\text{сер}} = \frac{a_a (1 + R) \cdot t_a + a_p \cdot R \cdot t_p}{t_{\text{сер}}} = \frac{2,5(1 + 0,31) \cdot 3,5 + 6,6 \cdot 0,31 \cdot 3,8}{5,7} = 3,32 / \text{дм}^3. \quad (4.20)$$

Навантаження на активний мул при прийнятих вихідних даних буде складати:

$$q_m = \frac{24(C_{\text{БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k)}{a_{\text{сер}} \cdot (1 - S) \cdot t_{\text{сер}}} = \frac{24(312 - 15)}{3,3 \cdot (1 - 0,31) \cdot 5,7} = 576 \text{ мг} / \text{г} \cdot \text{добу}. \quad (4.21)$$

З урахуванням навантаження на активний мул визначається фактичне значення мулового індексу, згідно [14], яке становить: $I_{\text{ф}} = 99,7 \text{ см}^3/\text{г}$.

При фактичному значення мулового індексу ступінь рециркуляції становитиме:

$$R^{\text{ф}} = \frac{a_a}{\frac{1000}{I_m} - a_a} = \frac{2,5}{\frac{1000}{99,7} - 2,5} = 0,32. \quad (4.22)$$

Нове значення $R_{\text{ф}}$ відрізняється від попереднього менше ніж на 5%.

Робочий об'єм аеротенка та регенератора визначається за формулами:

$$W_a = (1 + R) \cdot t_a \cdot Q_{\text{max}} = (1 + 0,32) \cdot 3,5 \cdot 1432 = 6616 \text{ м}^3; \quad (4.23)$$

$$W_p = t_p \cdot R \cdot Q_{\text{max}} = 3,8 \cdot 0,32 \cdot 1432 = 174 \text{ м}^3, \quad (4.24)$$

де Q_{max} – максимальна витрата суміші стічних вод, 989,6 м³/год.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Загальний об'єм становить:

$$W = W_a + W_p = 6616 + 1741 = 8357 \text{ м}^3. \quad (4.25)$$

Об'єм однієї секції складає:

$$W_1 = \frac{W}{N} = \frac{8357}{4} = 2089 \text{ м}^3. \quad (4.26)$$

Приймається чотирьохкоридорний аеротенк-витиснювач з 4 секціями з робочою глибиною $H = 3,2$ м; шириною секцій $B = 4,5$ м [25].

Довжина секції становить:

$$L = \frac{W}{B \cdot H \cdot N \cdot n_k} = \frac{8357}{4,5 \cdot 3,2 \cdot 4 \cdot 4} = 36 \text{ м}, \quad (4.27)$$

де N – кількість секцій аеротенка, 4 шт.; n_k – кількість коридорів у секції, 4 шт.

$$W_\phi = L \cdot \beta \cdot H \cdot N \cdot n_k = 36 \cdot 4,5 \cdot 3,2 \cdot 4 \cdot 4 = 8294,4 \text{ м}^3 \quad (4.28)$$

Отже, за попередніми розрахунками обираємо аеротенк за ТП 902-2-178 [26]

Визначається розподіл рециркуляційного активного мулу зі співвідношення:

$$\frac{W_p}{W} = \frac{1741}{8357} \cdot 100 = 21\%. \quad (4.29)$$

Приріст активного мулу в аеротенку розраховується за формулою:

$$P = 0,8 \cdot C_{3P}^{к.ф} + K_{\Pi} \cdot C_{БСК}^a = 0,8 \cdot 149,6 + 0,3 \cdot 312 = 213,28 \text{ мг} / \text{дм}^3, \quad (4.30)$$

де $C_{3P}^{к.ф}$ – концентрація завислих речовин, що надходить в аеротенк, 149,6 мг/дм³;

K_{Π} – коефіцієнт приросту активного мулу, становить 0,3.

Аеротенки обладнуються системою аерації. Приймається дрібнобульбашкова система аерації. Аерацію забезпечують трубчасті аератори.

Розрахунок питомої витрати повітря на аерацію, що визначається за формулою:

$$q_{нов} = \frac{q_o \cdot (C_{сум}^{бнк} - L_w)}{K_1 K_2 K_3 K_T (C_a - C_o)} = \frac{1,1 \cdot (312 - 15)}{1,68 \cdot 2,08 \cdot 0,64 \cdot 1,06 \cdot (9,54 - 2)} = 21,7 \text{ м}^3 / \text{м}^3, \quad (4.31)$$

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

де q_0 – питома витрата кисню повітря, що приймається при повному біологічному очищенні $1,1 \text{ мг/дм}^3$; K_1 – коефіцієнт, який враховує тип аератора і приймається для дрібнобульбашкової аерації в залежності від співвідношення площі аерованої зони та аеротенка ($f_{a,z}/f_a=0,2$), $1,68$ [14]; K_2 – коефіцієнт, який залежить від глибини занурення аераторів [14], $2,08$; K_3 – коефіцієнт якості води для міських стічних вод [14], $0,64$; K_T – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, який визначається в залежності від середньомісячної температури стічних вод ($T_{\text{сер.р}}$) за виразом:

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_{\text{сер.р}} - 20) = 1 + 0,02 \cdot (23 - 20) = 1,06, \quad (4.32)$$

де C_a – розчинність кисню повітря у воді, яка визначається в залежності від глибини занурення аераторів (h_a) за формулою:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T = \left(1 + \frac{3}{20,6}\right) \cdot 8,33 = 9,54 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.33)$$

де C_T – розчинність кисню у воді в залежності від температури та атмосферного тиску, становить $8,33 \text{ мг/дм}^3$ [27]; C_0 – середня концентрація кисню в аеротенку, яку приймають 2 мг/дм^3 .

Інтенсивність аерації мулової суміші в аеротенку визначається за формулою:

$$I = \frac{q_{\text{нов}} \cdot H}{t_{\text{сее}}} = \frac{21,7 \cdot 3,2}{5,7} = 12,2 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (4.34)$$

де H – глибина аеротенка, $3,2 \text{ м}$.

В регенераторах рекомендується приймати кількість аераторів у 2 рази більшою, ніж в аеротенках, тоді інтенсивність аерації буде складати: в аеротенку - $I_a = 0,67 I_{\text{сер}}$, у регенераторі - $I_p = 1,33 I_{\text{сер}}$.

$$I_p = 1,33 \cdot I = 1,33 \cdot 12,2 = 16,2 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (4.35)$$

$$I_a = 0,67 \cdot I = 0,67 \cdot 12,2 = 8,2 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (4.36)$$

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Отримані значення мають бути в межах $I_a^{\min} < I_a, I_p < I_a^{\max}$. Згідно [14, табл.42 і табл.43] приймають $I_a^{\min} = 4 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{год})$, $I_a^{\max} = 20 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{год})$.

Загальна витрата повітря, яке подається в аеротенк, визначається за середньою витратою стічних вод за час аерації в години максимального припливу:

$$Q_{\text{пов}}^{\text{сер}} = q_{\text{пов}} \cdot Q_{\text{max}} = 21,7 \cdot 1432 = 31074,4 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.37)$$

4.1.3 Розрахунок вторинних відстійників

Розрахунок проводиться для радіальних відстійників.

Гідравлічне навантаження на одиницю площі поверхні відстійника;

$$q = \frac{4,5 \cdot K_{\text{відст.}} \cdot H_{\text{з.в.}}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_{\text{м}}^{\phi} \cdot a_{\text{а}})^{0,5-0,01 \cdot a_{\text{а}}}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,1^{0,8}}{(0,1 \cdot 99,7 \cdot 2,5)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 1,44 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}) \quad (4.38)$$

де $K_{\text{відст.}}$ - коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається для радіальних - 0,4; $H_{\text{з.в.}}$ - глибина зони відстоювання, 3,1 м; $J_{\text{м}}^{\phi}$ – фактичне значення мулового індексу, 99,7 $\text{см}^3/\text{г}$; $a_{\text{а}}$ - концентрація активного мулу в аеротенку, 2,5 $\text{г}/\text{дм}^3$; $a_{\text{т}}$ - концентрація активного мулу у воді після відстоювання (15 $\text{мг}/\text{дм}^3$), $\text{мг}/\text{дм}^3$.

Загальна площа поверхні вторинних відстійників визначається за формулою:

$$F_{\text{відст.}} = \frac{Q_{\text{max}}}{q} = \frac{1432}{1,44} = 994,4 \quad , \text{ м}^2, \quad (4.39)$$

де Q_{max} – максимальна витрата стічних вод з врахуванням рециркуляційної витрати (при необхідності), 989,6 $\text{м}^3/\text{год}$.

Кількість вторинних відстійників приймається не менше трьох, усі відстійники - робочі. При трьох відстійниках розрахунковий об'єм збільшується в 1,2...1,3 рази.

$$F_{\text{відст.факт.}} = 994,4 \cdot 1,2 = 1193 \quad , \text{ м}^2 \quad (4.40)$$

Приймаємо 2 радіальних відстійника за типовим проектом 902-2-87/76, з діаметром $D = 18 \text{ м}$ та глибиною $H = 3,7 \text{ м}$.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

4.2 Проектування аеротенку

За розрахунками вище було обрано аеротенк-витиснювач за типовим проектом 902-2-178.

Обрана споруда має такі характеристики:

- Загальний об'єм – 8357 м³;
- Кількість коридорів — 4 шт.;
- Робоча глибина — 3,2 м;
- Кількість секцій — 4 шт.;
- Робочий об'єм секції — 2089 м³ ;
- Ширина секції — 4,5 м;
- Довжина секції — 36 м;

Один з трьох коридорів аеротенка займає регенератор активного мулу. Також аеротенк має дрібнобульбашкову систему аерації, що забезпечується трубчастими аераторами.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

1.1 Охорона праці

Охорона праці на будь-якому підприємстві є його основою. Правильна організація охорони праці забезпечить безпеку, збереже здоров'я та працездатність людей в процесі праці. Вона полягає у виконанні вимог, які нейтралізують можливий вплив небезпечних факторів та усувають джерела небезпеки від робітників.

Основний нормативно-правовий акт, який лежить в основі охорони праці на підприємстві є Закон України “Про охорону праці” [28] від 14 жовтня 1992 року № 2694-ХІІ. Також існує Закон України «Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» [29].

Для того, щоб забезпечити нормальні умови праці та запобігання виробничого травматизму існують правила, яких має дотримуватися весь персонал.

Нижче наведено правила, яких потрібно дотримуватися при роботі на очисних станціях.

Загальні правила:

1. Проводити роботи на очисній станції можуть працівники, що досягли 18 ти років, пройшли медичний огляд та не мають протипоказань до виконання своїх обов’язків.
2. Перед початком роботи має бути проведений інструктаж, і надалі працівник має дотримуватися всіх правил безпеки.
3. При нещасному випадку працівник має надати першу медичну допомогу потерпілому до прибуття медичного персоналу. Якщо нещасний випадок трапився з самим працівником – повідомити керівництву.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гудийш В.В.			ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	Сталія	Арк.	Аркушів
Конс.								
							64	77
Керів.		Жукова В.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,ФБТ		
Затверд.								

4. Забороняється працювати з несправними апаратами, інструментами та засобами захисту.

Перед початком роботи:

5. Кожен працівник має знаходитись в робочій формі, яка має належний вигляд.

6. Перед початком роботи працівник має перевірити цілісність скляної посуду, справність електроприладів, приладів КВП, датчиків контролю, очисних споруд та вентиляційної системи.

Під час роботи:

7. Забороняється спиратися і ставати на бар'єри майданчиків, перила, ходити по трубопроводах.

8. Забороняється робота механізмів та споруд при відсутності або несправності огорожі навколо них.

9. Забороняється проводити прибирання механізмів та споруд, що перебувають у русі.

10. При запуску споруд чи механізмів, що обертаються, знаходитися на безпечній відстані.

11. Працювати з керуючими приладами, які можуть заливатися водою, лише в діелектричних рукавичках.

12. Забороняється переносити склянки, колби та пробірки з реактивами в руках.

13. Агресивні реагенти мають зберігатися в належному та закритому вигляді.

В аварійних ситуаціях:

14. При нещасному випадку необхідно негайно звільнити потерпілого від дії травмуючого фактора, надати йому першу медичну допомогу, за необхідності зателефонувати 103, повідомити керівництво.

15. Якщо нещасний випадок з самим працівником, він має по можливості надати собі самодопомогу та повідомити керівництво.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

По закінченню роботи:

16. Завершити всі роботи, вимкнути споруди та прилади, якими вони оснащені, при необхідності.

17. Повідомити про стан споруд працівникам, що приймають зміну.

18. Зняти з себе робочий одяг та привести себе в порядок.

Дотримання всіх правил дозволить зберегти і ваше здоров'я і здоров'я інших працівників.

1.2 Охорона довкілля

Охорона довкілля також є важливою складовою безпечних умов праці на підприємстві. Охорона довкілля є комплексом вжитих заходів, що попереджують негативний вплив діяльності підприємства на довкілля та забезпечують безпечні умови праці. Всі заходи, які базуються на певних нормах та правилах, екологічної та робочої безпеки зафіксовані в документальному вигляді. Екологічний паспорт підприємства містить загальну інформацію про підприємство, сировину, яку воно використовує, технологічні схеми продукції та очищення стічних вод, їхні показники після очищення, дані про відходи та їх утилізацію.

Стічні води можуть містити в собі шкідливі та токсичні для навколишнього середовища речовини, а після очищення стічних вод утворюється осад різного хімічного складу, який також може забруднювати навколишнє середовище. Тому головним завданням при очищенні стічних вод є контролювання показників очищених стічних вод при скиді у природні водойми. Всі показники мають відповідати нормам, які документально затверджені. Потрібно проводити моніторинг стану очисних споруд та обладнання і робити вчасний ремонт. Також потрібно стежити за правильною утилізацією відходів, які утворюються на очисних станціях, і, часто, мають токсичний склад. Найкращий варіант утилізації – вторинна переробка та повторне використання продукту підприємством [30].

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Стічні води шкірзаводу характеризуються високим вмістом металів, зокрема хрому, тому ці води ретельно попередньо очищаються на підприємстві і при досягненні показників, які відповідають нормам скиду у міську каналізацію, скидаються у неї.

Суміш стічних вод міста та шкірзаводу піддається біологічному очищенню, яке ефективно їх очищає до показників, які відповідають нормам скиду у природню водойму.

При скиду у природню водойму важливо ретельно контролювати цей процес, брати проби та проводити аналіз вод.

					<i>ЕКБ.БЕ6106.ДП</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ВИСНОВКИ

Виробничі стічні води від шкірзаводів належать до категорії висококонцентрованих, вони містять в собі велику кількість органічних речовин та важких металів, зокрема хрому. Тому стічні води шкірзаводів потребують попереднього очищення перед скидом до міської системи каналізації.

В результаті виконання дипломного проекту було:

- здійснено характеристику стічних вод шкірзаводу на основі літературних джерел. Основними забрудниками є завислі речовини, БСК_{повн} та ХСК, також наявна значна кількість жирів та вміст важких металів;
- обрано та обгрунтовано технологію попереднього очищення стічних вод шкірзаводу з витратою 7000 м³/добу. В обраній технології використовуються окремі локальні споруди для попереднього очищення стічних вод, що містять таніди, та відпрацьованої зольної рідини. Така технологія дозволила отримати показники, які повністю відповідають нормам скиду стічних вод до каналізаційної системи м. Бердичів;
- розраховано витрати, концентрації забруднення та необхідний ступінь очищення суміші стічних вод шкірзаводу та міста. Відповідно до розрахунків потрібно забезпечити повне біологічне очищення (знизити концентрацію завислих речовин до 15мг/дм³, БСК_{повн} – 15мг/дм³, ХСК – 30 мг/дм³);
- обрано та обгрунтовано технологію біологічного очищення суміші стічних вод шкірзаводу та міста Бердичів. Показники очищеної стічної води доведені до норм скиду стічних вод у водойму рибогосподарського призначення;

					ЕКБ.БЕ6106.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гудийш В.В.			ВИСНОВКИ	Сталія	Арк.	Акрушій
Конс.								
							68	77
Керів.		Жукова В.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,ФБТ		
Затверд.								

- проведено розрахунки основних споруд для біологічного очищення та спроектовано аеротенк (загальний об'єм – 8357 м³, кількість коридорів — 4 шт., кількість секцій — 4 шт., робоча глибина — 3,2 м.), виконано креслення аеротенку;
- виконано технологічну і апаратурну схеми очищення суміші стічних вод шкірзаводу та м. Бердичів, які включають механічне очищення на решітках, пісковловлювачах та первинних відстійниках, біологічне очищення в аеротенку-витиснювачу з регенерацією активного мулу, знезараження очищеної стічної води, анаеробної обробки осаду і подальшого зневоднення та утилізації осадів;
- розроблено заходи охорони праці та довкілля при роботі на очисних станціях, які мінімалізують негативний вплив діяльності підприємства на довкілля та забезпечують безпечні умови праці для робітників.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Огонь Ц. Г. Эффективность оподаткування та проблеми раціонального використання й відновлення водних ресурсів / Ц. Г. Огонь. // Фінанси України. – 2010. – №5. – С. 16–20.
2. Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – М. : АСВ, 2004. – 704 с.
3. Богданова И. Е. Современные направления переработки коллаген-содержащих отходов кожевенного производства / И. Е. Богданова. // Кожевенно-обувная промышленность. – 2007. – №2. – С. 30–31.
4. Cantera C. S. Adding value to chrome shavings: hydrolysates as retanning materials / C. S. Cantera. // World Leather. – 2003. – №16. – С. 27–29.
5. Саблій Л. А. Очищення стічних вод шкіряних заводів / Л. А. Саблій. // Київський національний університет технологій та дизайну. – 2013. – №4. – С. 1
6. Саблій Л. А. Очищення стічних вод шкіряних заводів фізико-хімічними та біологічними методами / Л. А. Саблій. // ВІСНИК КНУТД. – 2012. – С. 91–96.
7. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук / Л. А. Саблій – Київ, 2011. – 40 с.
8. Kaul S. N. Waste manageent in tanneries: experience & outlook / S. N. Kaul, T. A. Nandy, R. D. Vyas. // Mgmt. – 2001. – №28. – С. 56–76.
9. Баяндин М.В. Способ очистки сточных вод кожевенного производства / М.В. Баяндин, Д.В. Кленовский. // Стройиздат. – 2001. – С. 205-213.
10. Калмыков А. А. Возможности утилизации отходов на очистных сооружениях / А. А. Калмыков // Экология производства. – 2003. – С.83-76
11. El-Bestawy E. Biological Treatment of Leather-Tanning Industrial Wastewater Using Free Living Bacteria / E. El-Bestawy, R. Amer. // ResearchGate. – 2013. – №19. – С. 46–65.

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

12. Саблій Л. А. Технологія очищення стічних вод шкіряних заводів з використанням відходів виробництва / Л. А. Саблій, Є. В. Кузьмінський. // ВІСНИК КНУТД. – 2010. – №5. – С. 318–321

13. Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення м. Бердичева [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.old.berdychiv.com.ua/rshennya/vikonavchiy-komtet/7062-perelk-rshen-vikonavchogo-komtetu-priynyatih-na-zasdann-25062019.html%20://http://www.old.berdychiv.com.ua/rshenny...-25062019.html>.

14. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування / [О. Оглобля, Г. Пархомович, О. Буланій та ін.]. – Київ, 2013. – 219 с. – (Мінрегіон України).

15. Айрапетян Т. С. Очистка побутових стічних вод та споруди і обладнання водовідведення / Т. С. Айрапетян. // ХНУМГ. – 2014. – С. 81–89.

16. Удосконалення технології біологічної очистки стічних вод / М. Д. Волошин, О. Л. Щербак, Я. М. Черненко, Я. М. Корнієнко. – Дніпродзержинськ, 2009. – 230 с. – (Дніпродзержинський державний технічний університет).

17. Чуб І. М. Мікробіологія: методичні вказівки / І. М. Чуб, О. В. Булгакова. – Харків, 2017. – 36 с. – (ХНУМГ ім. О. М. Бекетова).

18. Наливайко, Н.Г. Микробиология воды: учебное пособие / Г.Н. Наливайко. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2006. – 139 с

19. Химия и микробиология воды: учебник для студ. инженер.-строит. вузов / П.Р. Траубе, А.Г. Баранова. - М. : Высш. шк., 2000. - 280 с

20. Гуляев В. М. Екологічна біотехнологія / В. М. Гуляев, М. Д. Волошин. – Дніпропетровськ, 2002. – 126 с. – (Дніпродзержинський державний технічний університет).

21. Гельфанд Е. Д. Основы биологической очистки сточных вод / Е. Д. Гельфанд. // «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В.Ломоносова. – 2012. – С. 6–11.

22. Исаева А. М. Биологическая очистка. Аэротенки / А. М. Исаева, С. Н. Николаева,, Т. В. Малютина. – Пенза, 2004. – 356 с. – (ПГУАС).

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

23. Примеры расчетов канализационных сооружений: Учебное пособие для ВУЗов/Ю.М. Ласков, Ю.М. Воронов, В.И. Калицун. :- М., Стройиздат, 1987.- 255с. ил.

24. Хенце М. Очистка сточных вод: Пер. с англ. / М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Янсен., 2006. – 480 с. – (Мир).

25. Гудков А. Г. Механическая очистка сточных вод: учебное пособие / А. Г. Гудков. – Вологда, 2003. – 152 с. – (ВоГТУ).

26. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води / А. К. Запольський. – Київ, 2005. – 670 с. – (Вища школа).

27. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев., 2006. – 704 с. – (Ассоциация строительных вузов).

28. Закон України Про охорону праці [Електронний ресурс]. – 1992. – Режим доступу до ресурсу:
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ed_1999_06_30/T269400.html

29. Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування [Електронний ресурс]. – 1999. – Режим доступу до ресурсу:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14>.

30. Альжанова Л. А. Влияние сточных вод на экологическое состояние водных объектов [Електронний ресурс] / Л. А. Альжанова , 1998 – Режим доступу до ресурсу: https://www.rusnauka.com/17_AND_2010/Ecologia/69083.doc.htm

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Специфікація обладнання та КВП

Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Маса, кг	Примітки
Пз-1		Повітрозабірник. Висота забору – 4м.	2		Збірний
Ф-2		Фільтр очищення повітря. Ефективність очищення 80%. Концентрація механічних частинок – 10 мг/м ³ .	4		Збірний
Н-3		Насос відцентровий. Тиск – 0,163 МПа.	4		Збірний
Пк-4		Приймальна камера. Пропускна здатність - 1432 м3/добу.	1		Збірний
Р-5		Решітки- дробарки. Швидкість потoku- 1 м/с. Розмір прорізів – 0,016 м.	2	2100	Збірний
Пвл-6		Пісковловлювач. Швидкість потоку – 0,3 м/с. Діаметр	2		Збірний

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

		затримуючих частинок – 0,15- 0,25 мм.			
Пв-7		Первинний радіальний відстійник. Діаметр – 18м, глибина – 3.4 м. Ефективність прояснення – 36%.	2		Збірний
А-8		Аеротенк з трубчастою системою аерації. Глибина -3,2 м, ширина коридору 4,5 м, довжина коридору – 36 м. Тривалість обробки – 3,5 год, тривалість регенерації – 3,8 год.	2		Збірний
Вв-9		Вторинний відстійник радіального типу. Діаметр - 18м, глибина – 3,7 м.	2		Збірний
З-10		Змішувач води з хлором.	2		Неіржав. сталь 12Х18Н10 Т
Кр-11		Контактний резервуар продуктивністю до 75 000 м ³ /добу	2		Неіржав. сталь 12Х18Н10 Т

					ЕКБ.БЕ6106.ДП		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			74

Пм-12		Піскові майданчики. Навантаження 2,5 м ³ /м ² . Вологість осаду 40-45%.	2		
Му-13		Мулоущільнювач. Вологість ущільненого осаду – 93%.	2		Збірний
М-14		Метантенк. Температура зброджування – 30-37°C.	1		Збірний
Кд-15		Камера дегельмінтезації. Продуктивність - 0,5 м ³ /год. Температура – 60- 70°C. Час обробки – 15 хвилин.	2		Неіржав. сталь 12X18H10 T
Фп-16		Фільтр-прес з тиском 1Мпа. Потужність -3 кВт. Вологість осаду 70%.	1		Збірний
Амм-17		Аварійний муловий майданчик. Навантаження 3 м ³ /м ² . Вологість осаду – 75-85%	2		

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Г-18		Газгольдер.Об'єм 1000 м ³ , тиск 3 МПа	1		Збірний
КП-1.1 КП-2.1 КП-2.2	ОБМ160	Манометр Діаметр корпуса: 63 мм. Клас точності: 2,5, діапазон вимірювання 0- 1,0МПа, Різьба штуцера М12х1,5.	3		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
КП-3.1	РС-28	Датчик вимірювання тиску. Мінімальна ширина діапазона 1,5 кПа.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
КП-16.1 КП-18.1	МІДА	Датчик вимірювання тиску. Діапазон вимірювання: 0-6 МПа.	2		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
КП-5.1 КП10.1 КП11.1	ЕЕ820	Датчик для вимірювання концентрації розчину. Вихідний сигнал - 4...20мА. Температурний діапазон – 25- 50°С	3		
КП-8.2 КП-14.1	FYA 600	Датчик для вимірювання концентрації кисню. Розміри:	2		

					ЕКБ.БЕ6106.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

		висота 43 мм х Ø 29.3 мм			
КП-8.3	ОВП	Датчик для вимірювання рН. Діапазон вимірювання: 2- 12. Діапазон температури: 0- 100°C	1		Твердий полімерний електроліт
КП-8.1 КП-15.1 КП-14.1	ТКП- 160Сг-М2	Термометр манометричний, конденсаційний. Межі вимірювань 0...120°C. Клас точності 1.5.	3		Неірж. сталь 12Х18Н10Т